



TUGAS AKHIR (MO141326)

**ANALISA PERCEPATAN WAKTU PADA PROYEK
TRANSMISI GAS GRESIK - SEMARANG DENGAN
METODE *TIME COST TRADE OFF***

Nur Laily lathifatul Azizah

NRP. 4312 100 006

Dosen Pembimbing

Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc

Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2016



FINAL PROJECT (MO141326)

**ANALYSIS OF ACCELERATION TIME ON GAS
TRANSMISSION PROJECT GRESIK - SEMARANG
WITH *TIME COST TRADE OFF* METHODE**

Nur Laily lathifatul Azizah

NRP. 4312 100 006

Supervisor

Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc

Department of Ocean Engineering
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya

2016

**ANALISA PERCEPATAN WAKTU PADA PROYEK TRANSMISI GAS
GRESIK – SEMARANG DENGAN METODE *TIME COST TRADE OFF***

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

NUR LAILY LATHIFATUL AZIZAH

NRP. 4312 100 006

Disetujui oleh :

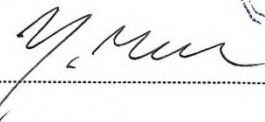
1. Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

(Pembimbing 1)



2. Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc

(Pembimbing 2)



3. Ir. Imam Rochani, M.Sc.

(Penguji 1)



4. Dirla Marina Chamelia, S.T., M.T

(Penguji 2)



SURABAYA, JULI 2016

Halaman ini sengaja dikosongkan)

ANALISA PERCEPATAN WAKTU PADA PROYEK TRANSMISI GAS GRESIK-SEMARANG DENGAN METODE *TIME COST TRADE OFF*

Nama : Nur Laily Lathifatul 'Azizah
NRP : 4312 100 006
Jurusan : Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing : Silvianita, S.T., M.SC., Ph.D
Dr.Eng. Yeyes Mulyadi S.T., M.Sc

ABSTRAK

Proses perencanaan hingga pengendalian proyek selama pelaksanaan pekerjaan konstruksi merupakan kegiatan paling penting dari suatu proyek. Keberhasilan atau kegagalan dari suatu proyek dapat disebabkan oleh perencanaan yang tidak matang serta pengendalian yang kurang efektif. Hal tersebut akan mengakibatkan keterlambatan. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya keterlambatan, salah satu cara untuk mengantisipasinya yaitu dengan melakukan percepatan. Dalam proyek konstruksi Tranmisi Gas Gresik _ semarang ini percepatan dilakukan menggunakan metode *Time Cost Trade off* dengan penambahan jam kerja dari dua jam sampai dengan empat jam tanpa adanya penambahan tenaga kerja.

Dari hasil analisis didapat biaya dan waktu optimum pada jalur 15, 18 dan 21 yaitu pada penambahan penambahan dua jam kerja, dengan pengurangan biaya sebesar Rp 1.285.634 selama 7 hari dan untuk biaya optimum pada Jalur Kritis 30, 33 dan 36 didapatkan pada penambahan tiga jam kerja yaitu sebesar Rp 3.876.264.721 dengan durasi selama 179 hari dan untuk waktu optimumnya didapat pada penambahan empat jam kerja yaitu selama 176 hari dengan biaya total sebesar Rp 3.876.598.383.

Kata Kunci : Percepatan proyek, CPM, *Cost Slope*, *Time Cost Trade Off Analisis*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**ANALYSIS OF ACCELERATION TIME ON GAS
TRANSMISSION PROJECT GRESIK - SEMARANG WITH
TIME COST TRADE OFF METHODE**

Student Name : Nur Laily Lathifatul 'Azizah
Reg. Number : 4312 100 006
Department : Teknik Kelautan
Supervisors : Silvianita, S.T., M.SC., Ph.D
Dr.Eng. Yeyes Mulyadi S.T., M.Sc

ABSTRACT

Planning until controlling process during construction work are important activity of a project. Succes or failling of the project caused by not maximal planning and insufficiently effective controlling, so will result in delays. Many factor cause a delay, on way to anticipate is by doing the acceleration. In construction projects Gas Transmission Gresik - Semarang this acceleration is done using methods Time Cost Trade off with the addition of working hours from two hours to four hours without any additional manpower.

From the analysis results obtained optimum cost and time on the critical path 15, 18 and 21, ie the addition of the addition of four hours, with a reduction in cost of Rp 1.285.634 for 7 days and for the cost optimum at Critical Path 30, 33 and 36 obtained on the addition of three hours of work amounting to Rp 3,876,264,721 with a duration of 179 days and for the optimum time to come by the addition of four hours are over 176 days at a total cost of Rp 3,876,598,383.

Keyword: Accelerating project, CPM, Cost Scope, Time Cost Trade Off Analysis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
COVER	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
UCAPAN TERIMA KASIH	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kritikal Review	5
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Gambaran Umum Proyek “Pipa Transmisi Gresik – Semarang”	7
2.2.2 Pelaksanaan Konstruksi Pipeline	9
2.2.3 Pengertian Proyek	11
2.2.4 Pengertian Management Proyek	12

2.2.5 Penjadwalan Proyek	13
2.2.6 Biaya Proyek.....	17
2.2.7 Mempercepat Waktu Penyelesaian Proyek	17
2.2.8 Penambahan Jam Kerja (Lembur)	17
2.2.9 produktivitas Kerja Lembur.....	18
2.2.10 <i>Crashing</i>	19
2.2.11 Hubungan Biaya terhadap waktu.....	20
2.2.12 Pertukaran Biaya dan Waktu (<i>Time Cost Trade Off</i>)	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2 Prosedur Penelitian.....	26
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Data Penjadwalan Proyek	29
4.2 Data Perencanaan Biaya Proyek	35
4.3 Penyusunan <i>Critical Path Method</i> (CPM)	37
4.3.1 Perhitungan maju	40
4.3.2 Perhitungan Mundur	42
4.4 Menentukan Jalur Kritis.....	47
4.5 Crash Durasi	50
4.5.1 Hasil Penambahan dua Jam Kerja	52
4.5.2 Hasil Penambahan tiga Jam Kerja	53
4.5.3 Hasil Penambahan empat Jam Kerja	54
4.6 Biaya Proyek.....	55
4.7 Perhitungan <i>Cost Slope</i>	59
4.8 Analisis <i>Time Cost trade Off</i>	62
4.8.1 Total Biaya pada dua Jam Lembur	63
4.8.2 Total Biaya pada tiga Jam Lembur	65
4.8.3 Total Biaya pada empat Jam Lembur	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	71

5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran	72

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Jalur Pipa	8
Gambar 2.2 Gantt Chart pada misrosoft project.....	13
Gambar 2.3 Jenis Anak panah	15
Gambar 2.4 Simbol Lingkaran	15
Gambar 2.5 EET dan LET suatu kegiatan.....	16
Gambar 2.6 Grafik indikasi menurunnya Produktivitas karena jam lembur.....	18
Gambar 2.7 Grafik hubunagan waktu-biaya Normal.....	19
Gambar 2.8 Grafik hubunagan waktu dengan biaya total.....	21
Gambar 2.9 Grafik hubungan antara waktu dan biaya	22
Gambar 4.1 Hubungan antara Biaya dan Waktu untuk jalur kritis 15, 18 dan 21 pada Dua Jam Lembur	64
Gambar 4.2 Hubungan antara Biaya dan Waktu untuk jalur kritis 30, 33 dan 36 pada Dua Jam Lembur	65
Gambar 4.3 Hubungan antara Biaya dan Waktu untuk jalur kritis 15, 18 dan 21 pada Tiga Jam Lembur	66
Gambar 4.4 Hubungan antara Biaya dan Waktu untuk jalur kritis 30, 33 dan 36 pada Tiga Jam Lembur.....	67
Gambar 4.5 Hubungan antara Biaya dan Waktu untuk jalur kritis 15, 18 dan 21 pada Empat Jam Lembur	68
Gambar 4.6 Hubungan antara Biaya dan Waktu untuk jalur kritis 30, 33 dan 36 pada Empat Jam Lembur	69

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Waktu Proyek.....	29
Tabel 4.2 Pengertian dan Tujuan Kegiatan	31
Tabel 4.3 RAB Proyek	36
Tabel 4.4 Daftar Kegiatan CPM	37
Tabel 4.5 Urutan Kegiatan Proyek.....	38
Tabel 4.6 Perhitungan Maju (<i>Forward Pass</i>)	40
Tabel 4.7 Perhitungan Mundur (<i>Backward Pass</i>)	42
Tabel 4.8 Nilai EET dan LET	44
Tabel 4.9 Nilai Float	45
Tabel 4.10 Koefisien Pengurangan Produktivitas	51
Tabel 4.11 <i>Crash Duration</i> pada Jalur Kritis 15 pada penambahan dua Jam Lembur	52
Tabel 4.12 Rekapitulasi durasi untuk dua Jam Lembur.....	53
Tabel 4.13 <i>Crash Duration</i> pada Jalur Kritis 15 pada penambahan tiga Jam Lembur	53
Tabel 4.14 Rekapitulasi durasi untuk tiga Jam Lembur.....	54
Tabel 4.15 <i>Crash Duration</i> pada Jalur Kritis 15 pada penambahan empat Jam Lembur	54
Tabel 4.16 Rekapitulasi durasi untuk empat Jam Lembur	55
Tabel 4.17 Biaya Langsung pada Jalur Kritis 15.....	56
Tabel 4.18 Biaya Langsung pada Jalur Kritis 18.....	56
Tabel 4.19 Biaya Langsung pada Jalur Kritis 21	57

Tabel 4.20 Biaya Langsung pada Jalur Kritis 30	57
Tabel 4.21 Biaya Langsung pada Jalur Kritis 33	58
Tabel 4.22 Biaya Langsung pada Jalur kritis 36.....	58
Tabel 4.23 Biaya Total	59
Tabel 4.24 <i>Cost Slope</i> pada Jalur Kritis 15	62
Tabel 4.25 Rekapitulasi Biaya Akibat Kompres Jalur 15, 18 dan 21 pada Dua jam lembur	63
Tabel 4.26 Rekapitulasi Biaya Akibat Kompres Jalur 30, 33 dan 36 pada Dua jam lembur	64
Tabel 4.27 Rekapitulasi Biaya Akibat Kompres Jalur 15, 18 dan 21 pada tiga jam lembur	65
Tabel 4.28 Rekapitulasi Biaya Akibat Kompres Jalur 30,33 dan 36 pada tiga jam lembur	66
Tabel 4.29 Rekapitulasi Biaya Akibat Kompres Jalur 15, 18 dan 21 pada empat jam lembur	67
Tabel 4.30 Rekapitulasi Biaya Akibat Kompres Jalur 30,33 dan 36 pada empat jam lembur	68
Tabel 4.31 Hasil Rekapitulasi Biaya Total untuk Jalur 15, 18 dan 21.....	69
Tabel 4.32 Hasil Rekapitulasi Biaya Total untuk Jalur 30,33 dan 36.....	70

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Diagram *Network Planning*

LAMPIRAN 2 Perhitungan *Crash Duration*

LAMPIRAN 3 Perhitungan *Cost Slope*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam suatu proyek konstruksi tentu diperlukan hubungan kerjasama yang baik antara pemilik proyek (owner), konsultan dan kontraktor. Dalam hal ini pemilik proyek tentunya menginginkan pelaksanaan proyek berjalan dengan lancar sesuai dengan waktu yang di tentukan di dalam jadwal yang sudah di rencanakan. Agar proyek ini berjalan dengan baik, maka harus ditentukan dahulu sasaran utamanya. Perencanaan sebaiknya mencakup penentuan perkiraan jenis dan jumlah sumber daya yang dibutuhkan dalam suatu proyek konstruksi. Hal ini menjadi sangat penting untuk mencapai keberhasilan proyek sesuai dengan tujuannya (Ervianto, 2002).

Namun, kenyataannya dalam pelaksanaan proyek berbagai hal dapat terjadi sehingga dapat menyebabkan proyek menjadi terlambat. Dalam pelaksanaan proyek, masing-masing kegiatan harus saling bergantung antara satu dengan yang lain. Jika salah satu kegiatan mengalami keterlambatan, maka akan mengakibatkan berbagai masalah kedepannya, salah satunya ialah masalah biaya. Selain itu, keterlambatan dalam penyelesaian proyek dapat menimbulkan biaya tambahan berupa biaya penalti yang harus ditanggung oleh kontraktor proyek tersebut, sehingga keuntungan yang diperoleh kontraktor proyek tersebut bisa berkurang (Soeharto, 1997).

Beberapa hal yang dapat menyebabkan terjadinya keterlambatan antara lain akibat terjadinya perbedaan kondisi lokal, perubahan desain, pengaruh cuaca, kurang terpenuhinya kebutuhan pekerja, keterlambatan material yang datang dan kesalahan ataupun perubahan perencanaan (Frederika, 2010).

Untuk mengantisipasi keterlambatan proyek ini dapat diatasi dengan cara melakukan percepatan durasi proyek yang memperhatikan faktor biaya dan tentunya harus dilakukan perencanaan dengan baik. Dalam hal ini diharapkan pertambahan biaya yang dikeluarkan harus semimum mungkin dan tetap

memperhatikan standart mutu. Percepatan suatu proyek dapat dilakukan dengan cara menambah jumlah pekerja, menambah jam kerja atau lembur dan menggunakan material yang lebih cepat dalam penggunaanya atau pemasangannya.

Oleh karena itu untuk mengatasi keterlambatan tersebut, diperlukan upaya percepatan penyelesaian proyek atau proses *crushing* dengan melakukan penambahan jam kerja dari satu jam sampai empat jam kerja menggunakan Metode Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (*Time Cost Trade Off Analysis*). Hal ini bertujuan untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek dan menganalisis sejauh mana waktu dapat dipersingkat dengan penambahan biaya minimum terhadap kegiatan yang bisa dipercepat dalam kurun waktu pelaksanaannya sehingga dapat diketahui percepatan yang paling maksimum dan biaya yang paling minimum.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dimana letak jalur kritis pada proyek “Pipa Transmisi Gas dari Gresik – Semarang dan menentukan variable yang akan di percepat denagan metode TCTO?
2. Berapakah durasi pada proyek “Pipa Transmisi Gas dari Gresik – Semarang” jika dilakukan percepatan?
3. Berapakah biaya optimum yang dibutuhkan untuk melakukan percepatan pada proyek “Pipa Transmisi Gas dari Gresik – Semarang”?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dakan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui letak jalur kritis pada proyek “Pipa Transmisi Gas dari Gresik – Semarang” dan variable yang akan di percepat dengan metode TCTO?
2. Mengetahui berapa durasi pada proyek “Pipa Transmisi Gas dari Gresik – Semarang” jika dilakukan percepatan.

3. Mengetahui berapa biaya optimum yang dibutuhkan untuk melakukan percepatan pada proyek “Pipa Transmisi Gas dari Gresik – Semarang”.

1.4 Manfaat

Bagi penulis manfaat yang diperoleh dari tugas akhir ini ialah untuk menambah pengetahuan tentang penggunaan Metode Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (*Time Cost Trade Off Analysis*) untuk upaya percepatan dalam pengerjaan suatu proyek. Sedangkan untuk kalangan akademis, diharapkan hasil dari tugas akhir ini dapat menambah wawasan baru bagi mahasiswa khususnya untuk jurusan Teknik Kelautan ITS.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Harga satuan tidak berubah selama pelaksanaan proyek.
2. Pada tugas akhir ini hanya mengkaji tahap konstruksi dari proyek “Pipa Transmisi Gas Gresik – Semarang”.
3. Untuk mempercepat kegiatan hanya dilakukan dengan penambahan jam kerja dari satu jam sampai empat jam kerja
4. Data-data yang akan digunakan hanya data dari hasil survey lapangan, wawancara dan dokumen proyek dari PT. X.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Kritikal Review

Time Cost Trade Off Analysis pada proses Crushing merupakan metode yang sangat optimum digunakan untuk mempercepat suatu proyek yang mengalami keterlambatan. Oleh karena itu metode ini banyak digunakan oleh peneliti sebelumnya untuk mempercepat suatu proyek. Beberapa penelitian yang menggunakan metode ini adalah sebagai berikut:

Frederika (2010) dengan judul penelitiannya ialah Analisa percepatan pelaksanaan dengan menambah jam kerja optimum pada proyek konstruksi. Pada penelitian ini didapatkan biaya optimum pada penambahan satu jam kerja dengan pengurangan biaya dan waktu masing-masing sebesar Rp 784.104,16 dan 8 hari, sedangkan waktu optimum didapat pada penambahan dua jam kerja, dengan pengurangan waktu dan biaya masing-masing sebesar 14 hari dan Rp700.377,35.

Andrianto (2010) dengan judul pertukaran waktu dan biaya pada proyek pembangunan gunung seni dan budaya kota Surabaya. Penelitian percepatan ini menggunakan metode *Time Cost Trade Off Analysis* dan didapatkan bahwa percepatan maksimum mengalami pengurangan waktu selama 9 hari dan dibutuhkan biaya Rp 6.367.791.004.

Lumbanbatu (2013) yang berjudul analisa percepatan waktu proyek dengan tambahan biaya yang optimum. Pada penelitian ini menggunakan *Critical Path Method* (CPM) pada menyusun jalur kritis dan melakukan percepatan waktu dan biaya dengan metode *Time Cost Trade Off Analysis* untuk tiap penambahan satu sampai empat jam kerja. Pada penambahan satu jam kerja dapat mempercepat waktu sebanyak 16 hari dengan biaya sebesar Rp. 41,624,455,42 dan *Cost Slope* sebesar Rp. 1,892,020.68 per hari, dengan menambah 2 jam penambahan jam kerja maka dapat mempercepat waktu sebanyak 33 hari dengan biaya tambahan sebesar Rp. 121,081,991.46 dan nilai *Cost Slope* sebesar Rp. 3,363,388.64 per hari, dengan menambah 3 jam penambahan jam kerja maka dapat mempercepat waktu sebanyak 45 hari dengan biaya tambahan sebesar Rp. 204,767,925.40 dan

nilai *Cost Slope* sebesar Rp. 4,550,398.34 per hari, dengan menambah 4 jam penambahan jam kerja maka dapat mempercepat waktu sebanyak 56 hari dengan biaya tambahan sebesar Rp. 297,349,168.27 dan nilai *Cost Slope* sebesar Rp. 5,946,983.36 per hari.

Wati (2015) dengan judul penelitiannya analisis percepatan proyek menggunakan metode *Time Cost Trade Off* dengan penambahan jam kerja lembur optimum. Penelitian ini menggunakan metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* sebagai analisis percepatannya. Percepatan dilakukan dengan menambah jam kerja optimum selama 3 jam per hari. Diawali dengan mencari lintasan kritis kemudian melakukan *crashing* dan menghitung *cost slope* pada aktivitas yang berada pada lintasan kritis tersebut. Selanjutnya melakukan analisis *TCTO* dengan melakukan penekanan (kompresi) pada pekerjaan yang berada pada lintasan kritis dimulai dari *cost slope* terendah. Dari hasil analisis diperoleh biaya optimum sebesar Rp2.423.431.995,68 dengan selisih Rp 5.218.125,34 dari *total cost* normal Rp 2.428.650.121,02 dengan tambahan biaya langsung sebesar Rp 1.596.964,29 dan pengurangan biaya tidak langsung sebesar Rp 6.815.089,63 sehingga didapatkan efisiensi biaya 0,2149%. Sedangkan waktu optimumnya diperoleh 118 hari dengan pengurangan durasi proyek selama 22 hari dari durasi normal 140 hari, sehingga diperoleh efisiensi waktu 15,7143%.

Indartono (2011) dengan judul penelitiannya yaitu optimasi proyek pembangunan kapal fiber ukuran 8 m dengan metode pengendalian biaya dan jadwal terpadu di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Dalam penelitian ini digunakan metoda lintasan kritis (CPM), analisa waktu crash serta biaya yang ditumbulkan sehingga didapat waktu tercepat penyelesaian dengan biaya yang optimal., dari hasil analisa didapat Waktu kritis penyelesaian keseluruhan aktivitas pembuatan kapal fiber 8m adalah total 160.92 hari kerja dengan total biaya sebesar Rp 77,498,452.00 dan , keterlibatan Mahasiswa Praktek menghasilkan efisiensi biaya yang cukup besar, yakni sebesar Rp 7,587,488.33 atau 9.79% dari total biaya semula, namun total pengerjaan menjadi lebih lambat yakni 194.78 hari.

Widyatmoko (2008) dengan judul penelitiannya analisa percepatan waktu menggunakan metode *Crushing* pada kegiatan pemancanangan di proyek dermaga 115 tanjung priok dengan aplikasi program *PERTmaster*. Berdasarkan penelitian ini maka terdapat perbedaan hasil analisa baik berupa durasi waktu maupun biaya. Pada proses *Crushing* durasi waktu yang di peroleh adalah 216 hari dengan biaya Rp 30.905.006.264,32 sedangkan hasil pada program *PERTmaster* durasi waktu yang di peroleh adalah 211 hari dengan biaya 31.78.425.000. maka selisih dari keduanya adalah 5 hari dengan biaya 881.418.735,68.

Tofania, Aldila Rifqi (2014) dengan judul penelitiannya ialah Analisa waktu dan biaya pada proyek *Dolphin Structure* Studi kasus: Fabrikasi PT.Lintech Seaside Facility. Pada penelitiannya Tofania melakukan penjadwalan menggunakan *Critical Path Methode* lalu mempercepat durasi proyek dengan menggunakan *Crash Program* sehingga dapat mempercepat jadwal proyek yang tadinya 139 hari menjadi 119 hari dengan tambahan biaya sebesar Rp 11.193.917.758,00.

Yudhatama (2015) dengan judul penelitiannya Analisa pemampatan waktu terhadap biaya pada pembangunan jembatan kali surabaya STA 601+318.55 s/d STA 601+181.45 di Mojokerto. Pada penelitiannya, Yudhatama menggunakan metode *Time Cost Trade Off* dengan menambah jam lembur selama 3 jam. Sehingga di peroleh percepatan yang awalnya berdurasi 203 hari dengan biaya total Rp. 16.299.073.650,- dapat diselesaikan sesuai target waktu percepatan selama 15 hari dan menjadi 188 hari dengan total biaya keseluruhan proyek Rp. 16.292.185.240,- dengan selisih biaya Rp. 6.888.410,-.

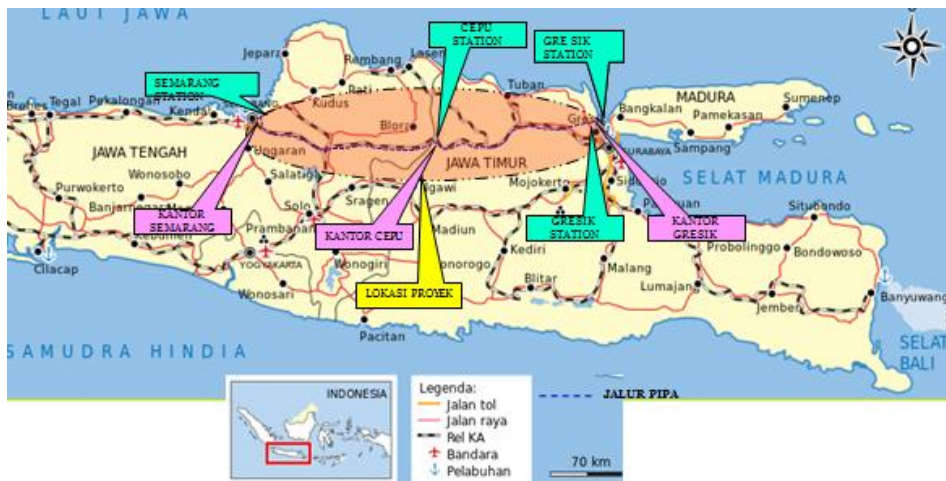
2.2. Dasar Teori

2.2.1 Gambaran Umum Proyek “Pipa Transmisi Gresik – Semarang”

PT. Pertamina Gas (Pertagas) berperan aktif dalam penyediaan infrastruktur pendukung energi gas. Hal ini terbukti Pertagas dengan membangun jaringan pipa transmisi gas ruas Gresik–Semarang (GRESEM). Pipa yang dibangun sepanjang 267 km dengan diameter 28 inchi serta kapasitas maksimal 500 mmscf ini akan membentang dari Propinsi Jawa

Timur hingga Jawa Tengah dengan melewati tujuh kota atau kabupaten yakni Gresik, Lamongan, Bojonegoro, Blora, Grobogan, Demak, dan Semarang. Dimulai dari *metering station* Gresik Pertagas di Kebomas Gresik hingga berakhir di Pembangkit listrik tenaga gas-uap (PLTGU) Tambak Lorok Semarang.

Jalur pipa ini dilengkapi dua stasiun utilitas di Gresik dan Cepu. Jalur pipa gas *open-access* itu memiliki pipa berdiameter 28 inci sepanjang 267,22 km dan bisa mengalirkan gas hingga 500 juta kaki kubik per hari (MMscfd). Proyek ini bertujuan untuk meminimalisasi biaya angkut gas dari Jawa Timur ke Jawa Tengah yang selama ini diangkut melalui jalur darat menggunakan truk dan juga memasok kebutuhan gas dari pembangkit listrik dan industri di sepanjang jalur pipa. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat di gambar 2.1.



Gambar 2.1 Peta Jalur Pipa

Sumber : Herdianti, 2016

Pada proyek ini terbagi menjadi 9 section, yang pertama berada di daerah Gresik pada km 123+350 – 133+250, kedua berada di daerah Gresik hingga Cepu pada km 093+115 – 123+350, ketiga berada di daerah Gresik hingga Cepu pada km 062+880 – 093+115, keempat berada di daerah Gresik hingga Cepu pada km 032+645 – 062+880, kelima berada di daerah Gresik hingga Cepu pada km 000+000-032+645, keenam berada di daerah Semarang hingga Cepu berada di km 000+000 – 030+850, ketujuh berada di daerah Semarang hingga Cepu pada km 030+850-061+850, kedelapan berada di daerah Semarang hingga Cepu

pada km 061+850-092+520, dan terakhir di daerah semarang hingga cepu pada km 092+520-133+250 .

Dengan di bangunnya Proyek Transmisi Gas Gresik-Semarang ini, Pertamina optimistis infrastruktur gas dari timur ke barat Jawa bakal segera terhubung, sehingga dapat mengakselerasi pertumbuhan ekonomi secara merata di Pulau Jawa. Pasokan gas yang akan dialirkan ke Jawa Tengah akan berasal dari beberapa perusahaan yaitu pertama dari perusahaan Kangean dan Husky yang diharapkan bisa memasok gas sebesar 50 MMscfd , kedua berasal dari blok gas Cepu yaitu lapangan Tiung Biri dan Cendana sebesar 100 MMscfd, ketiga dari lapangan Alas Tua sebesar 110 MMscfd.

Proyek ini akan dikerjakan oleh 3 main contractor yaitu Wijaya Karya (Persero), PT Remaja Bangun Kencana Kontraktor dan PT Kelsri. PT. X merupakan sub contractor yang akan mengerjakan pelaksanaan proyek Pipa Transmisi Gas Gresik- Semarang.

2.2.2 Pelaksanaan Konstruksi Pipeline

Menurut Soegiono (2006) , transportasi gas alam dapat dilakukan dengan berbagai cara, di antaranya adalah:

1. Disalurkan langsung melalui jaringan pipa transmisi dan distribusi.
2. Dicairkan menjadi *Liquefied Natural Gas* (LNG) sehingga dapat diangkut dengan kapal pengangkut LNG dan truk LNG
3. Dicairkan menjadi *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) sehingga dapat diangkut dengan kapal pengangkut LPG dan truk LPG
4. Ditekan menjadi *Compressed Natural Gas* (CNG) kemudian diangkut dengan kapal atau truk kemasan.

Tahapan pelaksanaan proyek *pipeline* dari beberapa sumber seperti API, ISO , dll adalah sebagai berikut:

1. Pelaksanaan survei untuk mendapatkan data pendukung yang akan berfungsi dalam proses desain.

2. Pembersihan jalur pipa yang terdiri dari dua kegiatan yaitu kegiatan *cut and filled* dan kegiatan *clearing and grading*. Pada tahapan ini, jalur pipa dibersihkan dan dilakukan pemotongan pohon sepanjang jalur untuk selanjutnya dilakukan perataan.
3. *Loading* dan *unloading* material pipa dari *stockyard* ke *site*.
4. *Stringing* atau penjajaran pipa disepanjang jalur pipa.
5. Pengelasan antar pipa menggunakan metode las tertentu. Sebelum dilakukannya proses pengelasan seorang *Welding Inspector* harus membuat *Welding Procedure Specification* sebagai pedoman prosedur pengelasan bagi para *welder*.
6. Pengujian dengan menggunakan metode *Non Destructive Test* (NDT) untuk menguji hasil las-lasan. Jenis dari NDT ini bermacam-macam, beberapa diantaranya ialah inspeksi *visual*, *Radiography test*, *X Ray test*, dan lain lain. Dalam suatu proyek jenis NDT yang digunakan sesuai dengan kondisi lingkungan yang ada dan sesuai permintaan dari *owner*.
7. *Field Joint Coating* (FJC) atau pekerjaan pembalutan hasil lasan disetiap sambungan pipa setelah hasil NDT mendapatkan persetujuan atau memenuhi syarat. Tujuan dari *field joint coating* ini ialah untuk melindungi permukaan pipa. .
8. Pengujian dengan metode *Holiday test* untuk menguji hasil FJC dengan menggunakan tegangan 12 KV dimana jika terjadi kebocoran, alat ini akan mengeluarkan suara.
9. Pemasangan anoda untuk mencegah pipa dari korosi.
10. *Trenching* atau penggalian tanah untuk tempat masuknya pipa.
11. *Lowering* atau penurunan pipa setelah semua pipa telah selesai di las.
12. *Backfilling* atau penimbunan lubang galian setelah pipa selesai diturunkan ke dasar galian.
13. Pengujian *hydrottest* untuk mengetahui kekuatan pipa dengan cara dilakukan pengisian air yang memiliki tekanan tertentu di sepanjang pipa.

2.2.3 Pengertian proyek

Kata proyek berasal dari bahasa latin projectum dari kata kerja proicere yang artinya "untuk membuang sesuatu ke depan". Kata awalnya berasal dari kata pro-, yang menunjukkan sesuatu yang mendahului tindakan dari bagian berikutnya dari suatu kata dalam suatu waktu (paralel dengan bahasa Yunani πρό) dan kata iacere yang artinya "melemparkan". Sehingga kata "proyek" sebenarnya berarti "sesuatu yang datang sebelum apa pun yang terjadi". Dalam bahasa Indonesia, kata Proyek merupakan serapan dengan cara penerjemahan dari bahasa asing Project. Sehingga mungkin kosakata ini akhirnya masuk kedalam daftar kosakata bahasa Indonesia yang sering salah dieja menjadi "projek".

Pengertian proyek secara umum adalah merupakan sebuah kegiatan pekerjaan yang dilaksanakan atas dasar permintaan dari seorang pebisnis atau pemilik pekerjaan yang ingin mencapai suatu tujuan tertentu dan dilaksanakan oleh pelaksana pekerjaan sesuai dengan keinginan dari pada pebisnis atau pemilik proyek dan spesifikasi yang ada. Dalam pelaksanaan proyek pemilik proyek dan pelaksana proyek memiliki hak yang diterima dan kewajiban yang harus dilaksanakan sesuai dengan batasan waktu yang telah disetujui bersama antar pemilik proyek dan pelaksana proyek.

Tujuan proyek mendefinisikan status target pada akhir proyek, mencapai yang dianggap perlu untuk mencapai manfaat yang direncanakan. (Soeharto,1990). Munawaroh (2003) menyatakan proyek merupakan bagian dari program kerja suatu organisasi yang sifatnya temporer untuk mendukung pencapaian tujuan organisasi, dengan memanfaatkan sumber daya manusia maupun non sumber daya manusia.

Menurut Ervianto (2002) proyek memiliki tiga karakteristik yaitu :

1. Rangkaian kegiatan proyek tidak pernah terjadi sama persis , bersifat sementara, dan selalu terlibat grup pekerja yang berbeda-beda.
2. Setiap proyek membutuhkan sumber daya, yaitu pekerja dan “sesuatu” (uang , mesin, metode, material).

3. Penyatuan visi dan misi dari sejumlah individu dengan keahlian, pemahaman, kepribadian dan ketertarikan yang bervariasi.

2.2.4 Pengertian Manajemen Proyek

Kata manajemen berasal dari bahasa Perancis kuno “management”, yang memiliki arti "seni melaksanakan dan mengatur". Pengertian manajemen adalah proses merencanakan, mengatur, memimpin, mengendalikan suatu pekerjaan atau pekerja untuk mencapai suatu tujuan tertentu dalam jangka waktu tertentu pula.

Definisi manajemen proyek adalah suatu kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan, mengawasi serta mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan guna mencapai tujuan tertentu dalam waktu tertentu dengan sumber daya tertentu.

Dalam manajemen proyek terdapat tiga elemen utama untuk menciptakan berlangsungnya suatu proyek, diantaranya meliputi:

1. Perencanaan

Untuk mencapai sebuah tujuan, suatu proyek membutuhkan suatu perencanaan yang benar-benar matang. Hal ini dapat dilakukan dengan meletakkan dasar dari tujuan dan sasaran dari suatu proyek sekaligus menyiapkan semua program teknis dan menyiapkan administrasi supaya dapat diimplementasikan.

2. Penjadwalan

Merupakan implementasi dari perencanaan yang bisa memberikan informasi mengenai jadwal rencana dan kemajuan proyek yang meliputi sumber daya (biaya, tenaga kerja, peralatan, dan material), durasi dan juga progres waktu untuk menyelesaikan proyek.

3. Pengendalian Proyek

Tujuan utamanya yaitu untuk meminimalisasi segala penyimpangan yang mungkin terjadi selama berlangsungnya proyek. Tujuan dari pengendalian proyek ialah optimasi kinerja biaya, waktu, mutu dan juga keselamatan kerja harus memiliki kriteria sebagai tolak ukur. Kegiatan-

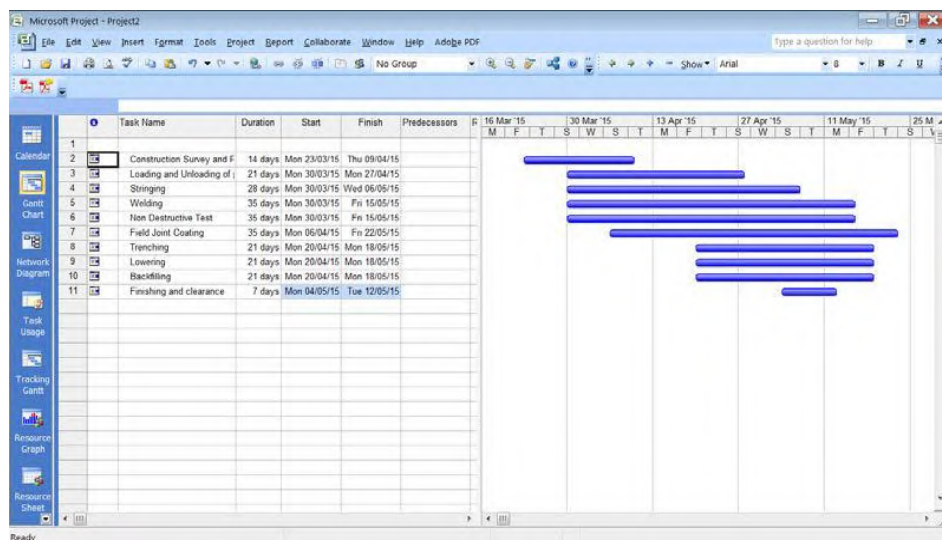
kegiatan yang dilakukan dalam proses pengendalian ialah berupa pengawasan, pemeriksaan, dan juga koreksi yang dilakukan selama proses implementasi.

2.2.5 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan ialah durasi dari waktu kerja yang dibutuhkan untuk melakukan serangkaian aktivitas kerja yang ada dalam kegiatan konstruksi (Bennatan, 1995). Adapun metode penjadwalan ialah sebagai berikut :

2.2.5.1 Gantt Chart

Pada tahun 1971 *Gantt Chart* atau diagram batang diperkenalkan oleh konsultan manajemen terkenal yang bernama Henry L.Gantt. Henry L.Gantt memperkenalkan penggunaannya untuk keperluan control di bidang industri. *Gantt Chart* merupakan tabel yang menunjukkan durasi pada tiap-tiap item kegiatan suatu proyek. Diagram ini disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dari urutan dalam merencanakan suatu kegiatan yang terdiri dari saat dimulai dan saat selesai.



Gambar 2.2 Gantt Chart pada misrosoft project

Sumber : Herdianti, 2016

Gantt chart secara luas dikenal sebagai alat fundamental dan mudah diterapkan oleh para manajer proyek untuk memungkinkan seseorang melihat

dengan mudah waktu dimulai dan selesainya tugas-tugas dan sub - sub tugas dari proyek. Semakin banyak tugas-tugas dalam proyek dan semakin penting urutan antara tugas-tugas maka semakin besar kecenderungan dan keinginan untuk memodifikasi *gant chart*.

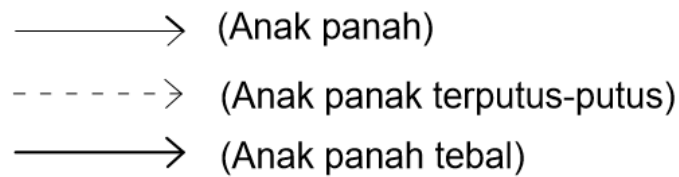
2.2.5.2 Critical Path Method (CPM)

Critical Path Method (CPM) adalah suatu metode perencanaan dan pengendalian proyek-proyek yang merupakan sistem yang paling banyak digunakan diantara semua sistem yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan *Critical Path Method* (CPM), jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Jadi *Critical Path Method* (CPM) merupakan fasilitas analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

Teknik penyusunan jaringan kerja yang terdapat pada CPM, sama dengan yang digunakan pada PERT. Perbedaan yang terlihat adalah bahwa PERT menggunakan *activity oriented*, sedangkan dalam CPM menggunakan *event oriented*. Pada *activity oriented* anak panah menunjukkan *activity* atau pekerjaan dengan beberapa keterangan aktivitasnya, sedang *event oriented* pada peristiwa yang merupakan pokok perhatian dari suatu aktivitas.

Manfaat dari metode penjadwalan CPM ialah dapat menggambarkan logika hubungan antar kegiatan dengan jelas dan detail sehingga mudah dipahami oleh segala pihak, memperhitungkan dan mengetahui waktu terjadinya setiap kejadian yang ditimbulkan oleh satu atau beberapa kegiatan sehingga dapat menganalisa tindak pencegahan yang harus dilakukan, dan menyediakan kemampuan analisis untuk mencoba mengubah sebagian dari proses, lalu mengamati efek terhadap proyek secara keseluruhan. (Husen, 2009).

Didalam *Critical Path Method* terdapat empat macam symbol dalam diagram jaringan. Berikut ini merupakan symbol symbol dari CPM.

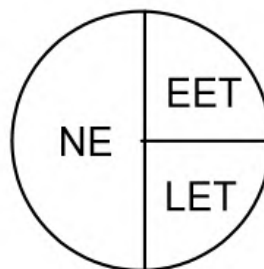


Gambar 2.3 Jenis Anak Panah

Sumber : Subagyo,dkk (2000)

Pertama ialah anak panah yang melambangkan kegiatan yang dikerjakan secara normal. Kedua ialah anak panah terputus-putus yang melambangkan peristiwa yang tidak sesungguhnya terjadi. Ketiga ialah anak panah tebal yang menunjukkan suatu kegiatan yang harus menjadi perhatian khusus atau anak panah yang menunjukkan adanya lintasan kritis. Dan yang terakhir ialah lingkaran yang melambangkan kejadian atau peristiwa.

Pada simbol lingkaran, setiap kegiatan selalu dimuali dan diakhiri dengan peristiwa. Pada umumnya penulisan simbol lingkaran ialah sebagai berikut:



Gambar 2.4. Simbol Lingkaran

Sumber :Tofania,2014

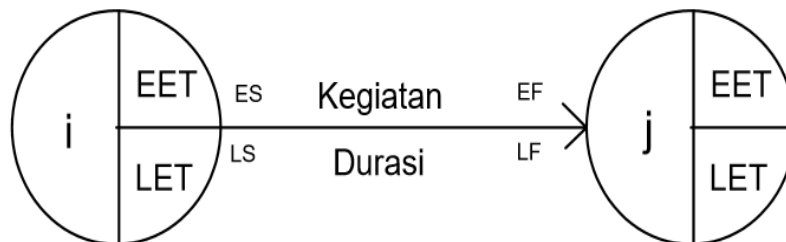
Dari gambar symbol diatas, dapat dilihat bahwa simbol lingkaran dibagi menjadi tiga ruang, Ruang pertama sebelah kiri digunakan untuk memberi identitas peristiwa yang berupa nomor lingkaraan. Ruang kedua dan ketiga sebelah kanan digunakan untuk memperlihatkan kapan terjadinya kejadian (peristiwa), yang mana bagian kanan atas menunjukkan waktu peristiwa paling awal atau *earliest event time* (EET) dan bagian kanan bawah menunjukkan waktu peristiwa paling akhir atau *latest event time* (LET).

2.2.5.3 Jalur Kritis

Lintasan kritis (*Critical Path*) ialah lintasan yang melalui aktivitas-aktivitas kritis terpanjang yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama dan digambar dengan anak panah tebal. Aktivitas kritis merupakan aktivitas yang memiliki $EET_i = LET_i$ sehingga $EET_i - LET_i = 0$ hal ini menyebabkan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu lintasan kritis sama dengan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh proyek. (Siagian, 1998). Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa jalur kritis (*critical path*) adalah jalur tidak terputus melalui jaringan proyek yang:

- Mulai pada kegiatan pertama proyek
- Berhenti pada kegiatan terakhir proyek
- Terdiri dari hanya kegiatan kritis (yaitu kegiatan yang tidak mempunyai waktu slack).

Husen (2009) menjelaskan terdapat dua cara perhitungan yang bisa dipakai untuk mengidentifikasi jalur kritis. Pertama ialah perhitungan maju (*Forward Pass*) untuk memperoleh waktu mulai paling awal (EET_i) pada I node dan waktu mulai paling awal (EET_j) pada J node dimana ES (*Earliest Start*) ialah saat paling cepat kegiatan dimulai dan EF (*Earliest Finish*) ialah saat paling cepat kegiatan berakhir. Nilai $EF = ES + \text{Durasi}$. Kedua ialah perhitungan mundur (*Backward Pass*) untuk memperoleh waktu selesai paling lambat (LET_i) pada I node dan waktu selesai paling lambat (EET_j) pada J node dimana LF (*Latest Finish*) ialah saat paling lambat kegiatan berakhir dan LS (*Latest Start*) ialah saat paling lambat kegiatan dimulai. Nilai $LS = LF - \text{Durasi}$.



Gambar 2.5 EET dan LET suatu Kegiatan

Sumber : Husen, 2009

2.2.6 Biaya Proyek

Ada beberapa jenis biaya yang berhubungan dengan pembiayaan suatu proyek konstruksi, dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

1. Biaya Langsung (*Direct Cost*), adalah biaya-biaya yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan konstruksi di lapangan, seperti: Biaya bahan/material, pekerja/upah, dan peralatan.
2. Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*), adalah semua biaya proyek yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi di lapangan tetapi biaya ini harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut, seperti: Biaya Overhead, biaya tak terduga dan keuntungan/profit.

2.2.7 Mempercepat Waktu Penyelesaian Proyek

Mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha untuk menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Dengan dilakukan percepatan proyek ini akan terjadi pengurangan durasi kegiatan yang akan diadakan *crash* program. Durasi *crashing* maksimum suatu aktivitas adalah durasi tersingkat untuk menyelesaikan suatu aktivitas yang secara teknis masih mungkin dengan asumsi sumber daya bukan merupakan hambatan (Soeharto, 1997).

Durasi percepatan maksimum dibatasi oleh luas proyek atau lokasi kerja, namun ada empat faktor yang dapat dioptimumkan untuk melaksanakan percepatan pada suatu aktivitas yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penjadwalan kerja lembur, penggunaan peralatan berat dan pengubahan metode konstruksi di lapangan.

2.2.8 Penambahan Jam Kerja (Lembur)

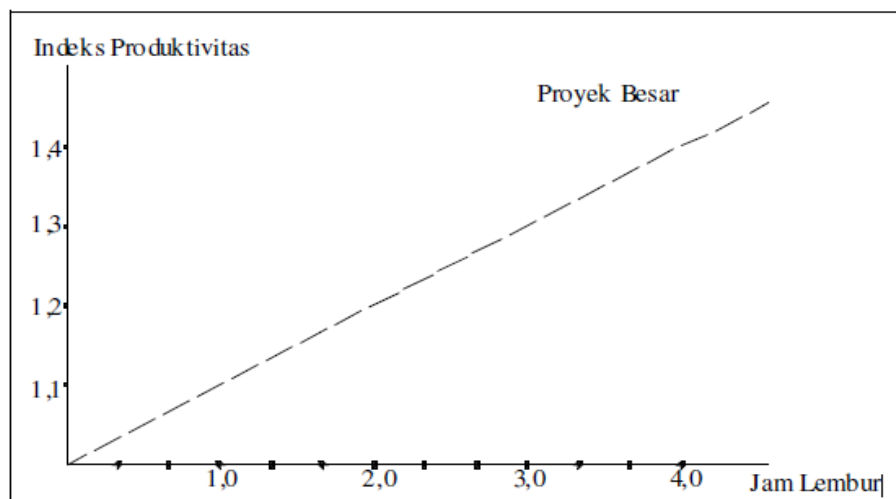
Adapun rencana kerja yang akan dilakukan dalam mempercepat durasi pada proyek pipa Transisi Gas Gresik- Semarang yaitu dengan metode jam kerja lembur adalah: Waktu kerja normal adalah 8 jam (08.00 – 16.00), sedangkan lembur dilakukan setelah waktu kerja normal. Menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/ MEN/VI/ 2004 pasal 11

diperhitungkan sebagai berikut, bahawa harga upah pekerja untuk kerja lembur pada jam kerja lembur pertama, harus dibayar upah lembur sebesar 1,5 (satu setengah) kali upah satu Jam dan untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah lembur sebesar 2 (dua) kali upah satu jam. Dari pernyataan diatas dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$\text{Biaya lembur per hari} = (\text{jam kerja lembur pertama} \times 1,5 \times \text{upah satu jam normal}) + (\text{jam kerja lembur berikutnya} \times 2 \times \text{upah satu jam normal}) \dots\dots\dots(2.1)$$

2.2.9 Produktivitas Kerja Lembur

Adapun indikasi penurunan produktivitas pekerja terhadap penambahan jam kerja dapat dilihat pada gambar grafik 2.6.



Gambar 2.6 Grafik indikasi menurunnya produktivitas karena kerja lembur

Sumber : Soeharto, 1997

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut:

$$\text{Produktifitas harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\text{Produktifitas tiap jam} = \text{jam} \frac{\text{Produktifitas harian}}{\Delta \times 8 \text{ jam}} \dots\dots\dots(2.3)$$

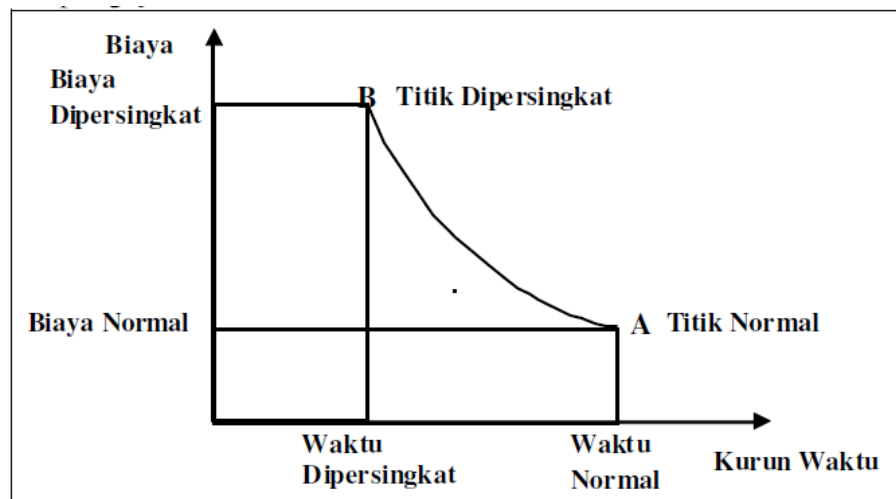
$$\text{Produktifitas harian akibat kerja lembur} = (a \times b \times \text{prod.tiap jam}) \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana : a = jumlah jam kerja lembur

b = koefisien penurunan produktivitas kerja lembur

2.2.10 *Crashing*

Proses *crashing* adalah mereduksi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. *Crashing* adalah suatu proses disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Proses *crashing* adalah cara melakukan perkiraan dari variabel *cost* dalam menentukan pengurangan durasi yang paling maksimal dan paling ekonomis dari suatu kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi (Ervianto, 2004). Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara biaya dengan waktu suatu kegiatan, dipakai beberapa istilah yaitu: Kurun waktu normal/ *Normal Duration* (ND), kurun waktu dipersingkat/ *Crash Duration* (CD), Biaya normal/*Normal Cost* (NC), dan Biaya untuk waktu dipersingkat/*Crash Cost* (CC).



Gambar 2.7 Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat untuk satu Kegiatan

Sumber: Soeharto, 1997

Produktifitas harian sesudah crash = (8 jam x prod. tiap jam) + (a x b x prod.tiap jam) (2.5)

Dimana : a = jumlah jam kerja lembur

b= koefisien penurunan produktivitas

$$\text{Crash duration} = \frac{\text{Volume}}{\text{Prod harian sesudah Crash}} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$\text{Normal cost pekerja per jam} = \text{harga per satuan pek. x prod. tiap jam} \dots\dots(2.7)$$

$$\text{Normal cost pekerja perhari} = 8 \text{ jam x normal cost tiap jam} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\text{Normal cost} = \text{normal duration x normal cost pekerja perhari} \dots\dots\dots(2.9)$$

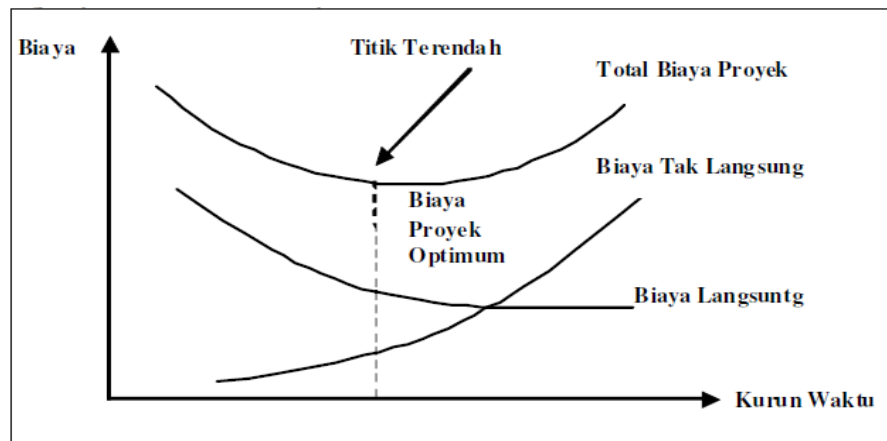
$$\text{Crash cost pekerja} = \text{normal cost pekerja perhari} + \text{biaya lembur perhari} \dots\dots(2.10)$$

$$\text{Crash cost} = \text{crash duration x crash cost pekerja perhari} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost}-\text{Normal Cost}}{\text{Normal duration}-\text{Crash duration}} \dots\dots\dots(2.12)$$

2.2.11 Hubungan Biaya Terhadap Waktu

Biaya total proyek adalah suatu penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tak langsung yang digunakan selama pelaksanaan proyek. Besarnya biaya ini sangat tergantung oleh lamanya waktu (durasi) penyelesaian proyek, kedua-duanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tapi pada umumnya makin lama proyek berjalan makin tinggi komulatif biaya tak langsung yang diperlukan (Soeharto, 1997). Pada Gambar 2.8 ditunjukkan hubungan antara biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total dalam suatu grafik dan terlihat bahwa biaya optimum didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil.



Gambar 2.8 Grafik hubungan waktu dengan biaya total

Sumber : Soeharto, 1997

2.2.12 Pertukaran Biaya Dan Waktu (*Time Cost Trade Off*)

Dalam penyusunan sebuah schedule proyek konstruksi diharapkan menghasilkan schedule yang realistis berdasarkan estimasi yang wajar. Salah satu cara mempercepat durasi proyek adalah dengan *analisa time cost trade off* dengan mereduksi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. Menurut Ervianto (2004), *Time cost trade off* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Selanjutnya melakukan kompresi dimulai pada lintasan kritis yang mempunyai nilai cost slope terendah. Kompresi terus dilakukan sampai lintasan kritis mempunyai aktivitasaktivitas yang telah jenuh seluruhnya.

Dengan dipercepatnya durasi suatu proyek maka pasti akan terjadi perubahan biaya dan waktu. Terdapat dua nilai waktu yang akan ditunjukkan tiap aktifitas dalam suatu jaringan kerja saat terjadi percepatan yaitu:

a. *Normal Duration*

Normal Duration adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktifitas atau kegiatan dengan sumber daya normal yang ada tanpa adanya biaya tambahan lain dalam sebuah proyek.

b. *Crash Duration*

Crash duration adalah waktu yang akan dibutuhkan suatu proyek dalam usahanya mempersingkat waktu yang durasinya lebih pendek dari *normal duration*.

Proses percepatan juga menyebabkan perubahan pada elemen biaya yaitu:

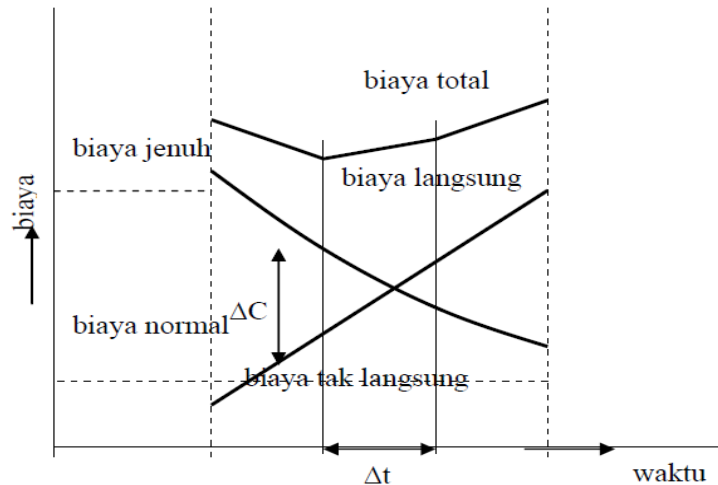
- *Normal Cost*

Biaya yang dikeluarkan dengan penyelesaian proyek dalam waktu normal. Perkiraan biaya ini adalah pada saat perencanaan dan penjadwalan bersamaan dengan penentuan waktu normal.

- *Crash Cost*

Biaya yang dikeluarkan dengan penyelesaian proyek dalam jangka waktu sebesar durasi *crash*-nya. Biaya setelah di *crashing* akan menjadi lebih besar dari biaya normal.

Adapun hubungan antara biaya proyek, baik biaya langsung maupun biaya tidak langsung dengan waktu yang diperlukan dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Grafik hubungan antara waktu dan biaya
Sumber: Soeharto, 1995

Menurut Soeharto (1997), prosedur mempersingkat waktu dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Menghitung waktu penyelesaian proyek.
- b. Menentukan biaya normal masing-masing kegiatan.
- c. Menentukan biaya dipercepat masing-masing kegiatan.

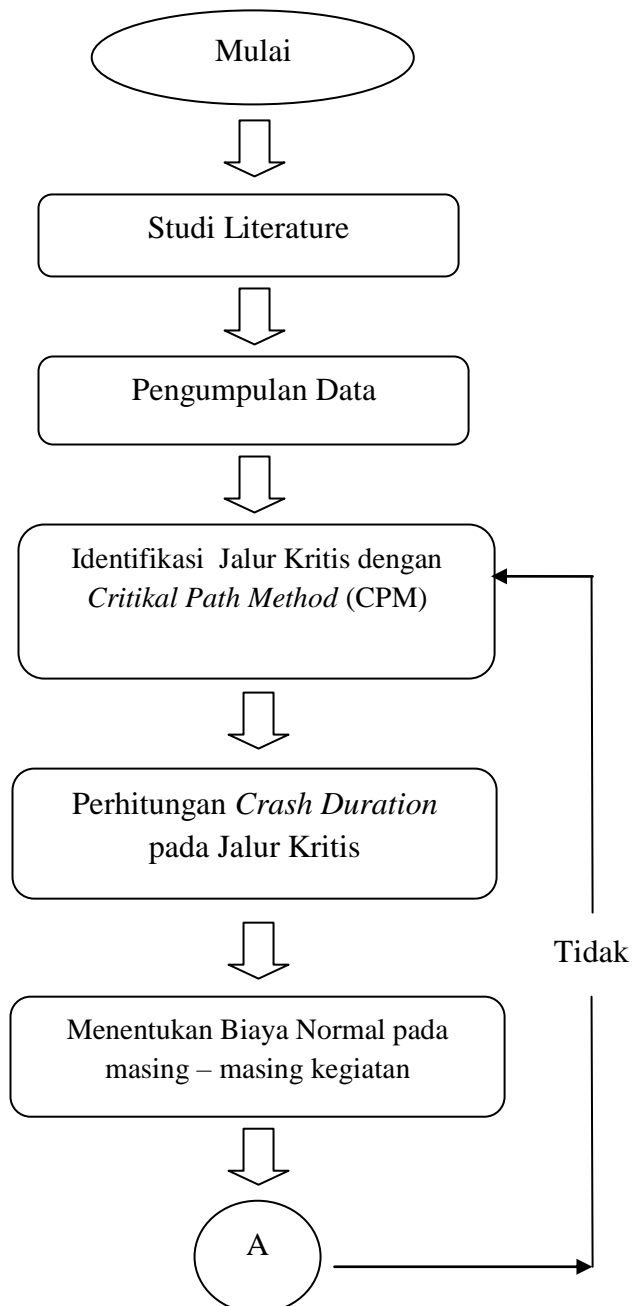
- d. Menghitung *cost slope* masing-masing komponen kegiatan.
- e. Mempersingkat kurun waktu kegiatan dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai *cost slope* terendah.
- f. Bila dalam proses mempercepat waktu proyek terbentuk jalur kritis baru, maka mempercepat kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi slope biaya terendah. Meneruskan mempersingkat waktu kegiatan sampai titik proyek dipersingkat (TPD).
- g. Buat tabulasi biaya versus waktu, gambarkan dalam grafik dan hubungan titik normal (biaya dan waktu normal), titik yang terbentuk tiap kali mempersingkat kegiatan, sampai dengan titik TPD.
- h. Hitung biaya tidak langsung proyek dan gambarkan pada grafik di atas.
- i. Jumlahkan biaya langsung dan biaya tak langsung untuk mencari biaya total sebelum kurun waktu yang diinginkan.
- j. Periksa pada grafik biaya total untuk mencapai waktu optimum yaitu kurun waktu penyelesaian proyek dengan biaya terendah.

BAB III

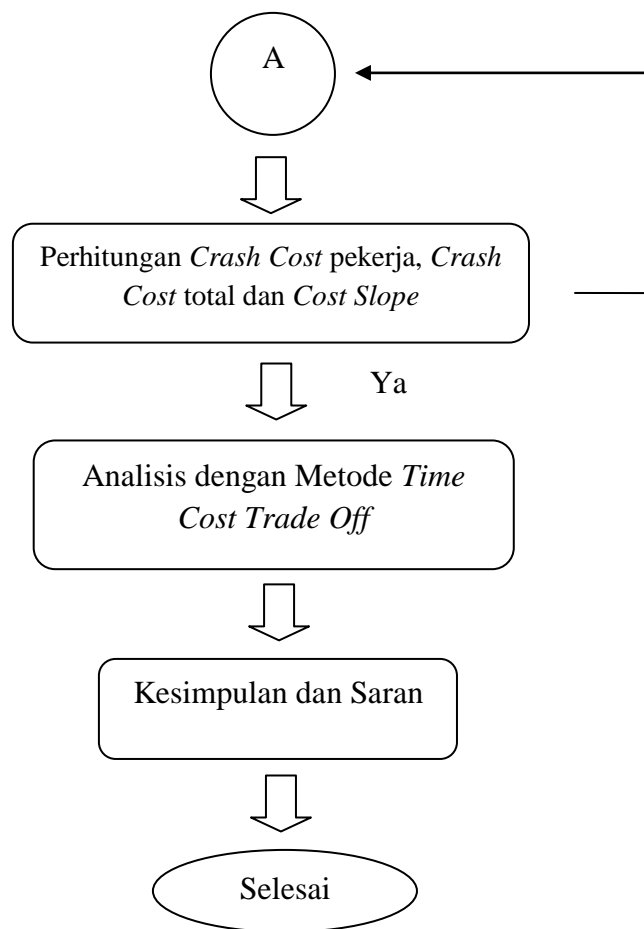
METODOLOGI PENELITIAN

1.1. Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini dapat dijelaskan melalui diagram alir atau flowchart di bawah ini :



Gambar 3.1 Gambar diagram alir



Gambar 3.1 Gambar diagram alir (Lanjutan)

1.2. Prosedur Penelitian

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, prosedur penelitian yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Literature

Studi literatur berguna sebagai pendukung teori pada tugas akhir ini dan sebagai pengembangan wawasan dan analisa. Adapun studi literatur yang diperlukan antara lain:

- Studi mengenai manajemen proyek.
- Studi mengenai instalasi *pipeline*.
- Studi mengenai *network planning*, *network diagram*, *time schedule* pada proyek.
- Studi mengenai *Critical Path Methode (CPM)*.

- e. Studi mengenai metode Crashing.
- f. Studi mengenai analisa Metode *Time Cost Trade Off*.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data untuk tugas akhir ini dilakukan di PT. Sentra Prima Services. Data primer yang digunakan berupa data jenis kegiatan proyek, durasi kegiatan dan biaya dalam menyelesaikan proyek pipa Transmisi Gas Gresik-Semarang.

3. Identifikasi Float dan Jalur Kritis dengan CPM

Pada tahap ini adalah membuat perencanaan ulang penjadwalan proyek dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) untuk menentukan pekerjaan kritis dan non kritis pada proyek Pipa Transmisi Gas Gresik-Semarang.

4. Perhitungan Crash duration pada proyek

Pada tahap ini dilakukan proses Crashing untuk mempercepat penyelesaian proyek dengan menambah jam kerja. Pada perhitungan *crash* durasi akan dicari waktu dipersingkat pada masing-masing kegiatan. *Crash Duration* adalah durasi kegiatan setelah diadakan *crash program* pada kegiatan tersebut. *Crash duration* merupakan volume kegiatan dibagi produktivitas harian setelah *crash program*.

5. Menentukan biaya Normal pada masing-masing Kegiatan

Setelah jalur kritis didapat maka berdasarkan data Rancangan Anggaran Biaya (RAB) di dapatkan biaya normal proyek yang direncanakan oleh kontraktor, dan data tersebut juga digunakan untuk melakukan perhitungan percepatan proyek dengan melakukan penambahan jam kerja sebanyak 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam penambahan jam kerja. Pada perencanaan biaya ini dilakukan dua perhitungan, yaitu melakukan perhitungan pada biaya langsung dan perhitungan pada biaya tak langsung.

6. *Crash Cost Pekerja, Crash Cost Total, dan Cost Slop*

Tahap ini dilakukan perhitungan untuk mengetahui berapa nilai dari *Crash Cost Pekerja*, *Crash Cost Total*, dan *Cost Slop* pada Proyek Pipa Transmisi Gas Gresik-Semarang pada setiap masing - masing penambahan jam kerja sehingga nantinya akan diketahui berapa durasi waktu dan biaya yang diperoleh setelah melakukan percepatan untuk masing – masing penambahan jam kerja.

7. *Analisis dengan Metode Time Cost Trade Off*

Setelah mengetahui berapa waktu dan biaya yang paling optimal, maka dalam tahapan ini dibuat grafik hubungan waktu lembur terhadap biaya dan waktu optimum.

8. *Kesimpulan dan Saran*

Pada tahap akhir penelitian dibutuhkan analisa dari pengolahan data yang telah dilakukan. Dengan adanya kesimpulan dari penelitian maka dapat disusun saran-saran yang berguna sebagai peningkatan kinerja perusahaan dan sebagai referensi pada penelitian yang selanjutnya.

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Dalam pengerjaan Proyek Transmisi Gas Gresik-Semarang ini dibutuhkan waktu dalam pengerjaan proyek atau *deadline* selama 6 bulan, yaitu terhitung dari bulan Januari 2016 sampai dengan Juni 2016 untuk tahap konstruksinya. Untuk itu dibutuhkan suatu perencanaan yang matang agar nantinya pelaksanaan proyek dapat berjalan dengan lancar.

Dalam perencanaan proyek terdapat beberapa hal yang harus dilakukan, yang pertama ialah membuat perencanaan waktu dan biaya yang dibutuhkan tiap-tiap kegiatan dalam suatu proyek, kemudian dilanjutkan dengan dibuatnya penjadwalan proyek. Jadwal harus disusun dengan memperhatikan waktu dan logika ketergantungan antara kegiatan sehingga bisa dijadikan acuan dalam pengerjaan proyek.

4.1 Data Penjadwalan Proyek

Penjadwalan merupakan bentuk implementasi dari tahap perencanaan yang memuat informasi tentang waktu pelaksanaan proyek pada tahap konstruksi, mulai dari awal pelaksanaan sampai selesai. Berikut ini merupakan data kegiatan dan waktu penyelesaian Proyek Transmisi Gas Gresik-Semarang untuk tahap konstruksi.

Tabel 4.1 Data Waktu Proyek

No	Kegiatan	Durasi (hari)	Mulai	Selesai
1	Mobilitas dan Survey	7	04/01/2016	10/01/2016
2	ROW Clearing	8	11/01/2016	18/01/2016
3	Load & Unload pipa	84	19/01/2016	11/04/2016
4	Load & unload joint&acc	14	12/04/2016	25/04/2016
5	Load & unload hot bend pipe	14	26/04/2016	02/05/2016
6	Stringing	92	23/01/2016	23/04/2016

Tabel 4.1 Data Waktu Proyek (Lanjutan)

No	Kegiatan	Durasi (hari)	Mulai	Selesai
7	Line Up Welding	119	24/01/2016	21/05/2016
8	Tie In Welding	11	05/05/2016	15/05/2016
9	NDT	119	25/01/2016	22/05/2016
10	FJC	119	26/01/2016	23/05/2016
11	Holiday Test	119	27/01/2016	24/05/2016
12	Pit excavation	3	10/03/2016	12/03/2016
13	Rig installation	2	13/03/2016	14/03/2016
14	Pilot Pipe Drilling	3	15/03/2016	17/03/2016
15	Reaming	3	18/03/2016	20/03/2016
16	Cleaning	3	21/03/2016	23/03/2016
17	Pipe Installation	20	24/03/2016	05/04/2016
18	Rig removal	3	06/04/2016	08/04/2016
19	pipe connection	2	09/04/2016	10/04/2016
20	pit backfill	2	11/04/2016	12/04/2016
21	Trenching	92	23/02/2016	24/05/2016
22	Lowering	82	24/03/2016	13/06/2016
23	Pit excavation1	3	13/04/2016	15/04/2016
24	Rig installation1	2	16/04/2016	17/04/2016
25	Pilot Pipe Drilling1	2	18/04/2016	19/04/2016
26	Reaming1	1	20/04/2016	20/04/2016
27	Cleaning1	1	21/04/2016	21/04/2016
28	Pipe Installation1	5	22/04/2016	26/04/2016
29	Rig removal1	1	27/04/2016	27/04/2016
30	pipe connection1	1	28/04/2016	28/04/2016
31	pit backfill1	2	29/04/2016	30/04/2016
32	Backfilling	82	25/03/2016	14/06/2016
33	Pigging	3	15/06/2016	18/06/2016
34	Hydrotest	3	19/06/2016	21/06/2016

Tabel 4.1 Data Waktu Proyek (Lanjutan)

No	Kegiatan	Durasi (hari)	Mulai	Selesai
35	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	14	15/06/2016	28/06/2016
36	Re-instatement	9	21/06/2016	29/06/2016

Sebelum menganalisa lebih lanjut mengenai penjadwalan proyek diatas, maka perlu diketahui pengertian dan tujuan dari masing-masing kegiatan, sehingga dalam penyusunan *Critical Path Methode* nantinya dapat di susun dengan baik dan benar.

Dibawah ini merupakan pengertian dan tujuan dari masing- masing kegiatan yang terdapat pada proyek Transmisi Gas Gresik-Semarang untuk tahapan konstruksi:

Tabel 4.2 Pengertian dan Tujuan Kegiatan

No	Kegiatan	Keterangan
1	Mobilitas dan Survey	Melakukan survey lapangan
2	ROW Clearing	Pembersihan jalur pipa yaitu dengan dilakukanya penebangan pohon sepanjang jalur.
3	Load & Unload pipa	pengangkutan pipa dari stockyard ke site
4	Load & unload joint&acc	Proses Pengangkutan sambungan pipa dan aksesoris pipa
5	Load & unload hot bend pipe	Hot Bending adalah Proses pembengkokan pipa sampai radius tertentu dengan pemanasan sampai temperatur tinggi yang sesuai dengan pekerjaan panas.

Tabel 4.2 Pengertian dan Tujuan Kegiatan (Lanjutan)

No	Kegiatan	Keterangan
6	Stringing	Peletakan atau penjalaran pipa disepanjang jalur pipa
7	Line Up Welding	Pengelasan pipa di atas tanah
8	Tie In Welding	welding terakhir yang dilakukan untuk menyatukan diantara ruas pipa
9	NDT	Pengujian hasil pengelasan dengan metode <i>Non Destructive Test</i> (NDT)
10	FJC	<i>Field Joint Coating</i> (FJC) merupakan pembalutan hasil pengelasan disetiap sambungan pipa yang bertujuan untuk melindungi permukaan pipa.
11	Holiday Test	Metode Pengujian untuk menguji hasil FJC dengan menggunakan tegangan 12 KV.
12	Pit excavation	suatu kegiatan penggalian tanah untuk penempatan alat <i>thrustboring</i>
13	Rig installation	suatu instalasi peralatan untuk melakukan pengeboran ke dalam reservoir bawah tanah untuk memperoleh air, minyak, atau gas bumi, atau deposit mineral bawah tanah
14	Pilot Pipe Drilling	Pembuatan lubang dalam tanah yang dilaksanakan dengan teknik desakan dan teknik pengeboran. Pipa penuntun didorong/diborkan ke dalam tanah sampai mencapai lubang target.

Tabel 4.2 Pengertian dan Tujuan Kegiatan (Lanjutan)

No	Kegiatan	Keterangan
15	Reaming	proses perluasan pada pipa untuk menghilangkan ketajaman sisi-sisi pipa setelah dipotong dan membuang serpihan tembaga yang masih menempel pada bagian dalam pipa untuk menghindari terbawa masuk ke dalam sistem.
16	Cleaning	Membersihkan bagian dalam pipa menggunakan "bidi pig" dari kotoran dan air
17	Pipe Installation	Proses pemasangan pipa. Proses ini dilakukan pada tanggal 24 Maret sampai dengan 5 April 2016
18	Rig removal	Proses pelepasan alat <i>Thrust Boring</i>
19	pipe connection	Penyambungan antar pipa
20	pit backfill	Kegiatan pengisian bekas galian. Kegiatan ini dilakukan setelah proses pipe connection
21	Trenching	Penggalian tanah untuk tempat masuknya pipa
22	Lowering	Penurunan pipa setelah semua pipa telah selesai di las
23	Pit excavation1	suatu kegiatan penggalian material (tanah) yang akan digunakan atau akan dibuang sebelum melakukan proses Installation pipa

Tabel 4.2 Pengertian dan Tujuan Kegiatan (Lanjutan)

No	Kegiatan	Keterangan
24	Rig installation1	suatu instalasi peralatan untuk melakukan pengeboran ke dalam reservoir bawah tanah untuk memperoleh air, minyak, atau gas bumi, atau deposit mineral bawah tanah.
25	Pilot Pipe Drilling1	Pembuatan lubang dalam tanah yang dilaksanakan dengan teknik desakan dan teknik pengeboran. Pipa penuntun didorong/diborkan ke dalam tanah sampai mencapai lubang target.
26	Reaming1	proses perluasan pada pipa untuk menghilangkan ketajaman sisi-sisi pipa setelah dipotong dan membuang serpihan tembaga yang masih menempel pada bagian dalam pipa untuk menghindari terbawa masuk ke dalam sistem. Proses ini dilakukan pada 20 April 2016
27	Cleaning1	Membersihkan bagian dalam pipa menggunakan "bidi pig" dari kotoran dan air yang dilaksanakan pada tanggal 21 april 2016.
28	Pipe Installation1	Proses pemasangan pipa yang dilakukan pada tanggal 22 sampai 26 April 2016
29	Rig removal1	Proses pelepasan alat yang dilakukan setelah proses Pipe Installation1

Tabel 4.2 Pengertian dan Tujuan Kegiatan (Lanjutan)

No	Kegiatan	Keterangan
30	pipe connection1	Penyambungan antar pipa yang dilaksanakan pada tanggal 28 April 2016
31	pit backfill1	Kegiatan pengisian bekas galian. Kegiatan ini dilakukan setelah proses pipe connection1
32	Backfilling	menimbun tanah kembali setelah lowering atau penimbunan lubang galian setelah pipa selesai diturunkan ke dasar galian.
33	Pigging	memasukkan "pig" kedalam jalur pipa untuk membersihkan welding pipa bagian dalam
34	Hydrotest	Pengujian untuk mengetahui kekuatan pipa dengan cara dilakukan pengisian air yang memiliki tekanan tertentu di sepanjang pipa.
35	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	pemasangan tanda atau simbul
36	Re-instatement	pekerjaan perbaikan kembali semua fasilitas umum yang telah digunakan selama proses pemasangan pipa

1.2 Data Perencanaan Biaya Proyek

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perkiraan biaya yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi sehingga akan diperoleh biaya total yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek.

Berikut ini merupakan Rencana Anggaran Biaya proyek berdasarkan pengalaman dan harga pasar yang ada. Rancangan Anggaran Biaya dari proyek ini dapat dilihat di tabel 4.3.

Tabel 4.3 RAB Proyek

	Description	Volume a	Unit	Harga Satuan c	TOTAL d = a x c
A	Preparation				
1	Mobilization Equipment and Manpower	1,0	Lot	429.451.753	429.451.753
2	Demobilization Equipment and Manpower	1,0	Lot	429.451.753	429.451.753
3	Temporary Facilities	1,0	Lot	536.765.897	536.765.897
4	Project Management	1,0	Lot	1.671.717.650	1.671.717.650
5	Welder Test (Migas Certificates)	21,0	person	19.529.402	410.117.442
B	Installation				
1	Swampy Area				
1,1	Construction Survey	6.6	m	29.382	193.921.200
1,2	Stringing				
	Include Pipe Transportation from Stock Yard to Stringing Area	6.6	m	140.602	927.973.200
1,3	Tranching, Lowering and Backfilling	6.6	m	638.685	4.215.321.000
1,4	Welding c/w tie-in	6.6	m	1.450.010	9.570.066.000
1,5	Holiday Test	6.6	m	120.35	794.310.000
1,6	Joint Coating	6.6	m	69.72	460.152.000
1,7	Re-instatement	6.6	m	57.602	380.173.200
2	Dry Area (Sum of 1.2.1 to 1.2.12)				
2,1	Construction Survey	3.3	m	24.402	80.526.600
2,2	ROW Clearing, Cut & Fill, and Grading	3.3	m	21.497	70.940.100
2,3	Access Road	3.3	m	29.299	96.686.700
2,4	Stringing				
	Include Pipe Transportation from Stock Yard to Stringing Area	3.3	m	117.196	386.746.800
2,5	Tranching	3.3	m	302.701	998.913.300
2,6	Welding c/w tie-in, production test	3.3	m	1.207.899	3.986.066.700
2,7	Holiday Test	3.3	m	99.6	328.680.000
2,8	Joint Coating	3.3	m	57.602	190.086.600
2,1	Lowering	3.3	m	158.198	522.053.400
2,1	Backfilling	3.3	m	71.297	235.280.100
2,1	Re-instatement	3.3	m	47.85	157.903.350
3	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign		lot		
	Area Marker	3	ea	1.074.103	3.222.309
	Marker Sign	10	ea	781.03	7.810.300
	Warning Sign	24	ea	1.464.701	35.152.824
4	Road Crossing (Thrust Boring, Open Cut) include Casing, venting and spacer & Accessories				
					160.000.000,00
					80.000.000
C	Cathodic Protection	1	lot	277.360.602	277.360.602
	(Install Test Point, Cut Weld, Termination and Testing)				
D	Testing (Cleaning & Gauging)	1	lot	439.411.794	439.411.794
	Total				28.076.262.573

4.3 Penyusunan *Critical Path Method* (CPM)

Dalam penyusunan *Critical Path Methode* yaitu dengan menggunakan perencanaan waktu diatas yang kemudian dihubungkan antara kegiatan satu dengan yang lainnya sesuai dengan urutan waktu dan berdasarkan logika ketergantungan. Langkah pertama yang harus dilakukan ialah pengidentifikasian durasi pada masing masing kegiatan. Kegiatan pada Proyek Transmisi Gas Gresik Semarang dapat dilihat pada table 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Daftar Kegiatan CPM

ID Number	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)
A	Mobilitas dan Survey	7
B	ROM Cleaning	8
C	Load & Unliad Pipa	4
D	Load & Unload Pipa1	48
E	Stringing	2
F	Pit excavation	3
G	Load & Unload Pipe2	32
H	Line Up Welding	1
I	Stringing1	30
J	Ring Installation	2
K	Load & Unload joint &acc	14
L	Line Up Welding1	100
M	NDT	1
N	Stringing2	60
O	Trenching	30
P	Pilot Pipe Drilling	3
Q	Load & Unload hot bend pipe	14
R	Line Up Welding2	17
S	Tie in Welding	11
T	NDT	117
U	FJC	1
V	Trenching	62
W	Lowering	1
X	Reaming	3
Y	Line Up Welding3	5
Z	NDT1	1
A1	FJC1	117
B1	Holiday Test	1
C1	Lowerring1	61
D1	Backfilling	60
E1	Cleaning	3
F1	FJC2	1

Tabel 4.4 Daftar Kegiatan CPM (Lanjutan)

ID Number	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)
G1	Holiday Test1	117
H1	Lowering2	20
I1	Backfilling1	21
J1	Pipe Installation	20
K1	Holiday Test2	1
L1	Cathodi Protection	40
M1	Ring Removal	3
N1	Pipe Connection	2
O1	Pit Backfilll	2
P1	Pit Excavation1	3
Q1	Ring Installaton1	2
R1	Pilot Pipe Drilling1	2
S1	Reaming	1
T1	Cleaning1	1
U1	Pipe Installation1	5
V1	Rig removal1	1
W1	Pipe Connection1	1
X1	Pit Backfill 1	2
Y1	Backfilling2	1
Z1	Pigging	3
A2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	3
B2	Hydrotest	7
C2	Aerial Marker, Warming Sign, Marker Sign1	7
D2	Re-instatement	9

Setelah melakukan pengidentifikasian durasi pada masing masing kegiatan, langkah selanjutnya ialah menyusun ketergantungan antar kegiatan sehingga tersusun *Critical Path Method* sesuai dengan yang telah direncanakan sebelumnya.

Urutan kegiatan yang sesuai dengan logika ketergantungan pada perencanaan proyek Transmisi Gas Gresik Semarang untuk tahap konstruksi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Urutan Kegiatan Proyek

ID Number	Nama Kegiatan	Pengikut
A	Mobilitas dan Survey	B
B	ROM Cleaning	C
C	Load & Unliad Pipa	E,D

Tabel 4.5 Urutan Kegiatan Proyek (Lanjutan)

ID Number	Nama Kegiatan	Pengikut
D	Load & Unload Pipa1	F,G
E	Stringing	H,I
F	Pit excavation	J
G	Load & Unload Pipe2	K
H	Line Up Welding	L,M
I	Stringing1	N,O
J	Ring Installation	P
K	Load & Unload joint &acc	Q
L	Line Up Welding1	R,S
M	NDT	T,U
N	Stringing2	R,S
O	Trenching	V,W,L1
P	Pilot Pipe Drilling	X
Q	Load & Unload hot bend pipe	Y
R	Line Up Welding2	Z
S	Tie in Welding	Z
T	NDT	Z
U	FJC	A1,B1
V	Trenching	H1
W	Lowering	C1,D1
X	Reaming	E1
Y	Line Up Welding3	Z
Z	NDT1	F1
A1	FJC1	F1
B1	Holiday Test	G1
C1	Lowerring1	H1
D1	Backfilling	I1
E1	Cleaning	J1
F1	FJC2	K1
G1	Holiday Test1	K1
H1	Lowering2	Y1
I1	Backfilling1	Y1
J1	Pipe Installation	M1
K1	Holiday Test2	H1
L1	Cathodi Protection	Y1
M1	Ring Removal	N1
N1	Pipe Connection	O1
O1	Pit Backfill	P1
P1	Pit Excavation1	Q1
Q1	Ring Installaton1	R1
R1	Pilot Pipe Drilling1	S1
S1	Reaming	T1

Tabel 4.5 Urutan Kegiatan Proyek (Lanjutan)

ID Number	Nama Kegiatan	Pengikut
T1	Cleaning1	U1
U1	Pipe Installation1	V1
V1	Rig removal1	W1
W1	Pipe Connection1	X1
X1	Pit Backfill 1	Y1
Y1	Backfilling2	Z1,B2
Z1	Pigging	A2
A2	Hydrotest	C2
B2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	C2,D2
C2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign1	-
D2	Re-instatement	-

Setelah mengidentifikasi durasi dan ketergantungan antar kegiatan maka langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi waktu mulai dan waktu selesai untuk masing-masing kegiatan pada Proyek Transmisi Gas Gresik- Semarang. Dalam pengidentifikasian waktu ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan melakukan perhitungan maju (*Forward Pass*) dan perhitungan mundur (*Backward Pass*).

1.3.1 Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

Dalam perhitungan maju (*Forward Pass*) ini akan didapatkan nilai *Earliest Start* (ES) dan nilai *Earliest Finish* (EF), dimana nilai EF didapatkan dari penjumlahan antara ES dan Durasi. Berikut ini merupakan hasil hari perhitungan maju (*Forward Pass*) .

Tabel 4.6 Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

ID Number	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)	ES	EF
A	Mobilitas dan Survey	7	0	7
B	ROM Cleaning	8	7	15
C	Load & Unliad Pipa	4	15	19
D	Load & Unload Pipa1	48	19	67
E	Stringing	2	19	21
F	Pit excavation	3	67	70
G	Load & Unload Pipe2	32	67	99
H	Line Up Welding	1	21	22
I	Stringing1	30	21	51

Tabel 4.6 Perhitungan Maju (*Forward Pass*) (Lanjutan)

ID Number	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)	ES	EF
J	Ring Installation	2	70	72
K	Load & Unload joint &acc	14	99	113
L	Line Up Welding1	100	22	122
M	NDT	1	22	23
N	Stringing2	60	51	111
O	Trenching	30	51	81
P	Pilot Pipe Drilling	3	72	75
Q	Load & Unload hot bend pipe	14	113	127
R	Line Up Welding2	17	122	139
S	Tie in Welding	11	122	133
T	NDT	117	23	140
U	FJC	1	23	24
V	Trenching	62	81	143
W	Lowering	1	81	82
X	Reaming	3	75	78
Y	Line Up Welding3	5	127	132
Z	NDT1	1	140	141
A1	FJC1	117	24	141
B1	Holiday Test	1	24	25
C1	Lowering1	61	82	143
D1	Backfilling	60	82	142
E1	Cleaning	3	78	81
F1	FJC2	1	141	142
G1	Holiday Test1	117	25	142
H1	Lowering2	20	143	163
I1	Backfilling1	21	142	163
J1	Pipe Installation	20	81	101
K1	Holiday Test2	1	142	143
L1	Cathodi Protection	40	81	121
M1	Ring Removal	3	101	104
N1	Pipe Connection	2	104	106
O1	Pit Backfill	2	106	108
P1	Pit Excavation1	3	108	111
Q1	Ring Installaton1	2	111	113
R1	Pilot Pipe Drilling1	2	113	115
S1	Reaming	1	115	116
T1	Cleaning1	1	116	117
U1	Pipe Installation1	5	117	122
V1	Rig removal	1	122	123
W1	Pipe Connection1	1	123	124
X1	Pit Backfill 1	2	124	126
Y1	Backfilling2	1	163	164

Tabel 4.6 Perhitungan Maju (*Forward Pass*) (Lanjutan)

ID Number	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)	ES	EF
Z1	Pigging	3	164	167
A2	Hydrotest	3	167	170
B2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	7	164	171
C2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign1	7	171	178
D2	Re-instatement	9	171	180

1.3.1 Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

Dalam perhitungan mundur (*Backward Pass*) ini akan didapatkan nilai *Latest Start* (LS) dan nilai *Latest Finish* (LF), dimana nilai LS didapatkan dari hasil pengurangan antara LF dan Durasi. Berikut ini merupakan hasil hari perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

Tabel 4.7 Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

ID Number	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)	LS	LF
A	Mobilitas dan Survey	7	0	7
B	ROM Cleaning	8	7	15
C	Load & Unliad Pipa	4	15	19
D	Load & Unload Pipa1	48	27	75
E	Stringing	2	19	21
F	Pit excavation	3	75	107
G	Load & Unload Pipe2	32	75	107
H	Line Up Welding	1	21	22
I	Stringing1	30	21	51
J	Ring Installation	2	107	109
K	Load & Unload joint &acc	14	107	121
L	Line Up Welding1	100	22	122
M	NDT	1	22	23
N	Stringing2	60	51	122
O	Trenching	30	51	81
P	Pilot Pipe Drilling	3	109	112
Q	Load & Unload hot bend pipe	14	121	135
R	Line Up Welding2	17	123	140
S	Tie in Welding	11	122	140
T	NDT	117	23	140
U	FJC	1	23	24
V	Trenching	62	81	143
W	Lowering	1	81	82
X	Reaming	3	112	115

Tabel 4.7 Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

ID Number	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)	LS	LF
Y	Line Up Welding3	5	135	140
Z	NDT1	1	140	141
A1	FJC1	117	24	141
B1	Holiday Test	1	24	25
C1	Lowerring1	61	82	143
D1	Backfilling	60	82	142
E1	Cleaning	3	115	118
F1	FJC2	1	141	142
G1	Holiday Test1	117	25	142
H1	Lowering2	20	143	163
I1	Backfilling1	21	142	163
J1	Pipe Installation	20	81	101
K1	Holiday Test2	1	142	143
L1	Cathodi Protection	40	81	142
M1	Ring Removal	3	138	141
N1	Pipe Connection	2	141	143
O1	Pit Backfill	2	143	145
P1	Pit Excavation1	3	145	148
Q1	Ring Installaton1	2	148	150
R1	Pilot Pipe Drilling1	2	150	152
S1	Reaming	1	152	153
T1	Cleaning1	1	153	154
U1	Pipe Installation1	5	154	159
V1	Rig removal	1	159	160
W1	Pipe Connection1	1	160	161
X1	Pit Backfill 1	2	161	163
Y1	Backfilling2	1	163	164
Z1	Pigging	3	165	168
A2	Hydrotest	3	168	171
B2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	7	164	171
C2	Aerial Marker, Warming Sign, Marker Sign1	7	173	180
D2	Re-instatement	9	171	180

Setelah mengetahui nilai dari ES, EF, LS dan LF, maka langkah selanjutnya adalah menghitung *Earliest Event Time* (EET) dan *Latest Event Time* (LET). Berikut ini merupakan hasil perhitungan dari EET dan LET pada *Critical Path Metho*.

Tabel 4.8 Nilai EET dan LET

ID Number	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)	EET	LET
A	Mobilitas dan Survey	7	7	7
B	ROM Cleaning	8	15	15
C	Load & Unliad Pipa	4	19	19
D	Load & Unload Pipa1	48	67	75
E	Stringing	2	21	21
F	Pit excavation	3	70	107
G	Load & Unload Pipe2	32	99	107
H	Line Up Welding	1	22	22
I	Stringing1	30	51	51
J	Ring Installation	2	72	109
K	Load & Unload joint &acc	14	113	121
L	Line Up Welding1	100	122	122
M	NDT	1	23	23
N	Stringing2	60	111	122
O	Trenching	30	81	81
P	Pilot Pipe Drilling	3	75	112
Q	Load & Unload hot bend pipe	14	127	135
R	Line Up Welding2	17	139	140
S	Tie in Welding	11	133	140
T	NDT	117	140	140
U	FJC	1	24	24
V	Trenching	62	143	143
W	Lowering	1	82	82
X	Reaming	3	78	115
Y	Line Up Welding3	5	132	140
Z	NDT1	1	141	141
A1	FJC1	117	141	141
B1	Holiday Test	1	25	25
C1	Lowerring1	61	143	143
D1	Backfilling	60	142	142
E1	Cleaning	3	81	118
F1	FJC2	1	142	142
G1	Holiday Test1	117	142	142
H1	Lowering2	20	163	163
I1	Backfilling1	21	163	163
J1	Pipe Installation	20	101	101
K1	Holiday Test2	1	143	143
L1	Cathodi Protection	40	121	142
M1	Ring Removal	3	104	141
N1	Pipe Connection	2	106	143
O1	Pit Backfill	2	108	145
P1	Pit Excavation1	3	111	148

Tabel 4.8 Nilai EET dan LET (Lanjutan)

ID Number	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)	EET	LET
Q1	Ring Installaton1	2	113	150
R1	Pilot Pipe Drilling1	2	115	152
S1	Reaming	1	116	153
T1	Cleaning1	1	117	154
U1	Pipe Installation1	5	122	159
V1	Rig removal	1	123	160
W1	Pipe Connection1	1	124	161
X1	Pit Backfill 1	2	126	163
Y1	Backfilling2	1	164	164
Z1	Pigging	3	167	168
A2	Hydrotest	3	170	171
B2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	7	171	171
C2	Aerial Marker, Warming Sign, Marker Sign1	7	178	180
D2	Re-instatement	9	180	180

Setelah mengetahui nilai dari *Earliest Event Time* (EET) dan *Latest Event Time* (LET). Langkah selanjutnya yaitu mengidentifikasi nilai float, dimana float adalah hasil pengurangan antara EET dan LET. Hasil dari nilai Float dapat di lihat di tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9 Nilai Float

ID Number	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)	EET	LET	Float
A	Mobilitas dan Survey	7	7	7	0
B	ROM Cleaning	8	15	15	0
C	Load & Unliad Pipa	4	19	19	0
D	Load & Unload Pipa1	48	67	75	8
E	Stringing	2	21	21	0
F	Pit excavation	3	70	107	37
G	Load & Unload Pipe2	32	99	107	8
H	Line Up Welding	1	22	22	0
I	Stringing1	30	51	51	0
J	Ring Installation	2	72	109	37
K	Load & Unload joint &acc	14	113	121	8
L	Line Up Welding1	100	122	122	0
M	NDT	1	23	23	0
N	Stringing2	60	111	122	11
O	Trenching	30	81	81	0

Tabel 4.9 Nilai Float (lanjutan)

ID Number	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)	EET	LET	Float
P	Pilot Pipe Drilling	3	75	112	37
Q	Load & Unload hot bend pipe	14	127	135	8
R	Line Up Welding2	17	139	140	1
S	Tie in Welding	11	133	140	7
T	NDT	117	140	140	0
U	FJC	1	24	24	0
V	Trenching	62	143	143	0
W	Lowering	1	82	82	0
X	Reaming	3	78	115	37
Y	Line Up Welding3	5	132	140	8
Z	NDT1	1	141	141	0
A1	FJC1	117	141	141	0
B1	Holiday Test	1	25	25	0
C1	Lowerring1	61	143	143	0
D1	Backfilling	60	142	142	0
E1	Cleaning	3	81	118	37
F1	FJC2	1	142	142	0
G1	Holiday Test1	117	142	142	0
H1	Lowering2	20	163	163	0
I1	Backfilling1	21	163	163	0
J1	Pipe Installation	20	101	101	0
K1	Holiday Test2	1	143	143	0
L1	Cathodi Protection	40	121	142	21
M1	Ring Removal	3	104	141	37
N1	Pipe Connection	2	106	143	37
O1	Pit Backfill	2	108	145	37
P1	Pit Excavation1	3	111	148	37
Q1	Ring Installaton1	2	113	150	37
R1	Pilot Pipe Drilling1	2	115	152	37
S1	Reaming	1	116	153	37
T1	Cleaning1	1	117	154	37
U1	Pipe Installation1	5	122	159	37
V1	Rig removal	1	123	160	37
W1	Pipe Connection1	1	124	161	37
X1	Pit Backfill 1	2	126	163	37
Y1	Backfilling2	1	164	164	0
Z1	Pigging	3	167	168	1
A2	Hydrotest	3	170	171	1
B2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	7	171	171	0
C2	Aerial Marker, Warming Sign, Marker Sign1	7	178	180	2

Tabel 4.9 Nilai Float (lanjutan)

ID Number	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)	EET	LET	Float
D2	Re-instatement	9	180	180	0

4.4 Menentukan Jalur Kritis

Jalur Kritis adalah jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan pada proyek yang jika salah satu dari kegiatan mengalami keterlambatan maka akan mengakibatkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Berikut ini merupakan uraian dari jalur yang terdapat pada Proyek Transmisi Gas Gresik- Semarang :

1. Jalur 1

Terdiri dari kegiatan A-B-C-F-J-P-X-E1-J1-M1-O1-P1-Q1-R1-S1-T1-U1-V1-W1-X1-Y1-Z1-A2-C2

2. Jalur 2

Terdiri dari kegiatan A-B-C-F-J-P-X-E1-J1-M1-O1-P1-Q1-R1-S1-T1-U1-V1-W1-X1-Y1-B2-C2

3. Jalur 3

Terdiri dari kegiatan A-B-C-F-J-P-X-E1-J1-M1-O1-P1-Q1-R1-S1-T1-U1-V1-W1-X1-Y1-B2-D2

4. Jalur 4

Terdiri dari kegiatan A-B-C-D-G-K-Q-Y-Z-F1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2

5. Jalur 5

Terdiri dari kegiatan A-B-C-D-G-K-Q-Y-Z-F1-K1-H1-Y1-B2-C2

6. Jalur 6

Terdiri dari kegiatan A-B-C-D-G-K-Q-Y-Z-F1-K1-H1-Y1-B2-D2

7. Jalur 7

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-L-R-Z-F1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2

8. Jalur 8

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-L-R-Z-F1-K1-H1-Y1-B2-C2

9. Jalur 9

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-L-R-Z-F1-K1-H1-Y1-B2-D2

10. Jalur 10

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-L-S-Z-F1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2

11. Jalur 11
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-L-S-Z-F1-K1-H1-Y1-B2-C2
12. Jalur 12
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-L-S-Z-F1-K1-H1-Y1-B2-D2
13. Jalur 13
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-T-Z-F1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2
14. Jalur 14
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-T-Z-F1-K1-H1-Y1-B2-C2
15. Jalur 15
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-T-Z-F1-K1-H1-Y1-B2-D2
16. Jalur 16
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-A1-F1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2
17. Jalur 17
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-A1-F1-K1-H1-Y1-B2-C2
18. Jalur 18
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-A1-F1-K1-H1-Y1-B2-D2
19. Jalur 19
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-B1-G1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2
20. Jalur 20
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-B1-G1-K1-H1-Y1-B2-C2
21. Jalur 21
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-B1-G1-K1-H1-Y1-B2-D2
22. Jalur 22
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-N-R-Z-F1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2
23. Jalur 23
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-N-R-Z-F1-K1-H1-Y1-B2-C2
24. Jalur 24
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-N-R-Z-F1-K1-H1-Y1-B2-D2
25. Jalur 25
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-N-S- Z-F1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2
26. Jalur 26
Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-N-S- Z-F1-K1-H1-Y1- B2-C2

27. Jalur 27

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-N-S- Z-F1-K1-H1-Y1- B2-D2

28. Jalur 28

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-V-H1-Y1-Z1-A2-C2

29. Jalur 29

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-V-H1-Y1- B2-C2

30. Jalur 30

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-V-H1-Y1- B2-D2

31. Jalur 31

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-C1-H1-Y1-Z1-A2-C2

32. Jalur 32

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-C1-H1-Y1- B2-C2

33. Jalur 33

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-C1-H1-Y1- B2-D2

34. Jalur 34

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-D1-I1- Y1-Z1-A2-C2

35. Jalur 35

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-D1-I1- Y1- B2-C2

36. Jalur 36

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-D1-I1- Y1- B2-D2

37. Jalur 37

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-L1 Y1-Z1-A2-C2

38. Jalur 38

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-L1- Y1- B2-C2

39. Jalur 39

Terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-L1- Y1- B2-D2

Dari jalur- jalur diatas terdapat beberapa jalur kritis, dimana pada kegiatan jalur kritis tidak memiliki *float* atau $EET - LET = 0$. Berikut ini merupakan beberapa jalur yang tidak memiliki *float* (jalur kritis):

1. Jalur 15

Jalur 15 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-T-Z-F1-K1-H1-Y1-B2-D2

2. Jalur 18

Jalur 18 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-A1-F1-K1-H1-Y1-B2-D2

3. Jalur 21

Jalur 21 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-B1-G1-K1-H1-Y1-B2-D2

4. Jalur 30

Jalur 30 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-V-H1-Y1-B2-D2

5. Jalur 33

Jalur 33 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-C1-H1-Y1-B2-D2

6. Jalur 36

Jalur 36 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-D1-I1-Y1- B2-D2

Setelah mengetahui jalur manasaja yang merupakan jalur kritis, maka tahap selajutnya yaitu melakukan percepatan durasi pada masing-masing jalur kritis. Percepatan durasi proyek dapat dilakukan dengan beberapa variabel percepatan, seperti penambahan jam kerja (lembur), penambahan pekerja, penggunaan metode konstruksi yang lebih effective dan penggunaan material yang lebih cepat.

Dalam Proyek Transmisi Gas Gresik- Semarang ini, variabel percepatan yang digunakan yaitu dengan cara penambahan jam kerja (lembur) dari dua sampai dengan empat jam kerja pada masing-masing jalur kritis. Kemudian setelah dilakukan penambahan jam kerja, maka akan diketahui pada jalur kritis mana yang mempunyai durasi optimum untuk tiap penambahan jam kerja.

4.5 Crash Duration

Crash Duration merupakan waktu yang akan dibutuhkan suatu proyek dalam mempersingkat atau mempercepat waktu sehingga didapatkan durasinya lebih pendek dari durasi normal. Dalam proyek Transmisi Gas Gresik – Semarang variabel percepatan yang digunakan adalah penambahan jam kerja pada masing – masing jalur kritis dengan penambahan dua sampai empat jam.

Berikut ini merupakan perhitungan *Crash Duration* pada kegiatan A yaitu Mobilitas dan Survey untuk penambahan tiga jam :

- Volume Pekerja Kegiatan A = 1,0 lot
- Durasi Normal = 7 Hari
- Produktivitas Harian = $\frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} = \frac{1}{7} = 0.143 \text{ lot/hari}$
- Produktifitas Tiap Jam = $\text{jam} \frac{\text{Produktifitas harian}}{\Delta \times 8 \text{ jam}} = \frac{0.143}{8} = 0.018 \text{ lot/jam}$
- Produktivitas Harian Akibat Kerja Lembur

Produktivitas harian akibat adanya kerja lembur diperhitungkan mengalami penurunan dari produktivitas normal. Hal ini disebabkan oleh kelelahan pekerja, keterbatasan pandang waktu malam hari serta keadaan cuaca yang lebih dingin pada malam hari.

Penurunan produktivitas akibat kerja lembur dapat dilihat pada gambar 2.6, dimana pada grafik tersebut akan diperoleh koefisien pengurangan produktivitas akibat kerja lembur. Berikut ini merupakan perhitungan dari koefisien pengurangan Produktivitas.

Tabel 4.10 Koefisien Pengurangan Produktivitas

Jam Lembur (jam)	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (per jam)	Prosentasi Prestasi Kerja (%)	Koefisien Pengurangan Produktifitas
a	B	c = b * a	d	e = 100% - d
1	0.1	0.1	10	0.9
2	0.1	0.2	20	0.8
3	0.1	0.3	30	0.7
4	0.1	0.4	40	0.6

Maka :

- Produktifitas Harian Akibat Kerja Lembur = (a x b x prod.tiap jam)
 $= 3 \times 0.7 \times 0.018 = 0.038$
lot/jam

Dimana : a = Jumlah Jam Lembur = 3 Jam

b = Koefesien Pengurangan Produktivitas = 0.7

- Produktivitas Harian Sesudah Crash = (8 jam x Prod. tiap jam) + Prod Lembur

$$= (8 \times 0.018) + 0.038$$

$$= 0.180 \text{ lot/jam}$$

- Crash Duration = $\frac{\text{Volume}}{\text{Prod harian sesudah Crash}} = \frac{1}{0.18} = 6 \text{ hari}$

Dari perhitungan diatas dapat dilihat bahwa durasi normal pada kegiatan A adalah 7 hari dan setelah dilakukan *Crash Duration* durasi dari kegiatan A menjadi 6 hari. Dan untuk kegiatan – kegiatan yang berada pada jalur kritis dapat dihitung dengan cara yang sama. Dibawah ini merupakan hasil dari perhitungan *Crash Duration* pada masing-masing jalur kritis untuk setiap penambahan jam kerja.

4.5.1 Hasil Penambahan Dua Jam Lembur

Pada penambahan 2 jam lembur ini, koefisien pengurangan produktivitas kerja lembur yang digunakan adalah 0.8. Berikut adalah hasil perhitungan *Crash Duration*nya pada Jalur Kritis 15.

Tabel 4.11 *Crash Duration* pada Jalur Kritis 15 pada penambahan dua Jam Lembur

ID Number	Nama Kegiatan	Normal Durasi (Hari)	Crash Durasi (Hari)
A	mobilitas dan Survey	7	6
B	ROM Cleaning	8	7
C	Load & Unload Pipa	4	3
E	Stringing	2	2
H	Line Up Welding	1	1
M	NDT	1	1
T	NDT	117	98
Z	NDT1	1	1
F1	FJC2	1	1
K1	Holiday Test2	1	1
H1	Lowering2	20	17
Y1	Backfilling2	1	1
B2	Aerial Marker, warming sign	7	6
D2	Re-instatement	9	8

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk jalur kritis 15 dengan penambahan dua jam lembur mengalami perubahan durasi selama 30 hari atau satu bulan dengan normal durasi proyek selama 180 hari menjadi 150 hari setelah dilakukan percepatan. Perubahan durasi proyek juga dialami oleh jalur kritis 18,21,30,33 dan jalur 36. Berikut ini hasil rekapitulasi perubahan durasi pada masing-masing jalur kritis setelah dilakukan percepatan dengan penambahan dua jam lembur.

Tabel 4.12 Rekapitulasi durasi untuk dua Jam Lembur

Jalur Kritis	Normal Durasi (Hari)	Crash Durasi (Hari)
Jalur 15	180	150
Jalur 18	180	150
Jalur 21	180	150
Jalur 30	180	150
Jalur 33	180	150
Jalur 36	180	150

4.5.2 Hasil Penambahan Tiga Jam Lembur

Pada tabel 4.10 dijelaskan bahwa untuk koefisien penurunan produktivitas kerja lembur untuk penambahan 3 jam lembur bernilai 0.7. Berikut ini merupakan hasil *Crash Duration* untuk penambahan 3 jam lembur.

Tabel 4.13 *Crash Duration* pada Jalur Kritis 15 pada penambahan tiga Jam Lembur

ID Number	Nama Kegiatan	Normal Durasi (Hari)	Crash Durasi (Hari)
A	mobilitas dan Survey	7	6
B	ROM Cleaning	8	6
C	Load & Unload Pipa	4	3
E	Stringing	2	2
H	Line Up Welding	1	1
M	NDT	1	1
T	NDT	117	93
Z	NDT1	1	1
F1	FJC2	1	1
K1	Holiday Test2	1	1

Tabel 4.13 *Crash Duration* pada Jalur Kritis 15 pada penambahan tiga Jam Lembur (Lanjutan)

ID Number	Nama Kegiatan	Normal Durasi (Hari)	Crash Durasi (Hari)
H1	Lowering2	20	16
Y1	Backfilling2	1	1
B2	Aerial Marker,warming sign	7	6
D2	Re-instatement	9	7

Dari tabel 4.13 dapat dilihat bahwa untuk jalur kritis 15 dengan penambahan tiga jam lembur mengalami perubahan durasi selama 37 hari dengan normal durasi proyek selama 180 hari menjadi 143 hari setelah dilakukan percepatan. Perubahan durasi yang sama juga dialami oleh jalur kritis 18,21,30,33 dan jalur 36. Berikut ini hasil rekapitulasi perubahan durasi pada masing-masing jalur kritis setelah dilakukan percepatan dengan penambahan tiga jam lembur.

Tabel 14 Rekapitulasi durasi untuk tiga Jam Lembur

Jalur Kritis	Normal Durasi (Hari)	Crash Durasi (Hari)
Jalur 15	180	143
Jalur 18	180	143
Jalur 21	180	143
Jalur 30	180	143
Jalur 33	180	143
Jalur 36	180	143

4.5.3 Untuk Penambahan Empat Jam Lembur

Dalam penambahan 4 jam lembur, koefisien penurunan produktivitas kerja lembur adalah bernilai 0.6. Berikut ini merupakan hasil perhitungan *Crash Duration* untuk penambahan Empat jam lembur pada masing – masing jalur kritis.

Tabel 4.15 *Crash Duration* pada Jalur Kritis 15 pada penambahan empat Jam Lembur

ID Number	Nama Kegiatan	Normal Durasi (Hari)	Crash Durasi (Hari)
A	mobilitas dan Survey	7	5
B	ROM Cleaning	8	6

Tabel 4.15 *Crash Duration* pada Jalur Kritis 15 pada penambahan empat Jam Lembur (Lanjutan)

ID Number	Nama Kegiatan	Normal Durasi (Hari)	Crash Durasi (Hari)
C	Load & Unload Pipa	4	3
E	Stringing	2	2
H	Line Up Welding	1	1
M	NDT	1	1
T	NDT	117	90
Z	NDT1	1	1
F1	FJC2	1	1
K1	Holiday Test2	1	1
H1	Lowering2	20	15
Y1	Backfilling2	1	1
B2	Aerial Marker, warming sign	7	5
D2	Re-instatement	9	7

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk jalur kritis 15 dengan penambahan empat jam lembur mengalami perubahan durasi selama 42 hari dengan normal durasi proyek selama 180 hari menjadi 138 hari setelah dilakukan percepatan. Perubahan durasi yang sama juga dialami oleh jalur kritis 18,21,30,33 dan jalur 36. Berikut ini hasil rekapitulasi perubahan durasi pada masing-masing jalur kritis setelah dilakukan percepatan dengan penambahan empat jam lembur.

Tabel 4.16 Rekapitulasi durasi untuk empat Jam Lembur

Jalur Kritis	Normal Durasi (Hari)	Crash Durasi (Hari)
Jalur 15	180	138
Jalur 18	180	138
Jalur 21	180	138
Jalur 30	180	138
Jalur 33	180	138
Jalur 36	180	138

4.6 Biaya Proyek

Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi tentunya perhitungan biaya sangatlah penting dilakukan agar dapat mengetahui berapa biaya total yang harus diperlukan dalam menyelesaikan proyek tersebut.

Ada beberapa jenis biaya yang berhubungan dengan pembiayaan suatu proyek konstruksi, yaitu biaya langsung atau biaya disebut dengan *Direct Cost* dan biaya tidak langsung atau *Indirect Cost*.

a. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya Langsung (*Direct Cost*) adalah biaya yang langsung berhubungan dengan pekerjaan konstruksi di lapangan. Biaya langsung ini didapatkan dari hasil perkalian antara Volume suatu pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan tersebut.

Pada tabel dibawah ini merupakan biaya langsung dari suatu pekerjaan untuk masing – masing Jalur Kritis.

Tabel 4.17 Biaya Langsung pada Jalur Kritis 15

ID Number	Nama Kegiatan	Biaya (Rupiah)
A	mobilitas dan Survey	Rp 429.451.753
B	ROM Cleaning	Rp 70.940.100
C	Load & Unload Pipa	Rp 316.618.000
E	Stringing	Rp 927.973.200
H	Line Up Welding	Rp 3.986.066700
M	NDT	
T	NDT	
Z	NDT1	
F1	FJC2	Rp 190.086.600
K1	Holiday Test2	Rp 328.680.000
H1	Lowering2	Rp 522.053.400
Y1	Backfilling2	Rp 235.280.100
B2	Aerial Marker, warming sign	Rp 46.185.433
D2	Re-instatement	Rp 157.903.350
TOTAL		Rp 7.211.238.636

Tabel 4.18 Biaya Langsung pada Jalur Kritis 18

ID Number	Nama Kegiatan	Biaya (Rupiah)
A	mobilitas dan Survey	Rp 429.451.753
B	ROM Cleaning	Rp 70.940.100
C	Load & Unload Pipa	Rp 316.618.000
E	Stringing	Rp 927.973.200
H	Line Up Welding	Rp 3.986.066700
M	NDT	

Tabel 4.18 Biaya Langsung pada Jalur Kritis 18 (Lanjutan)

ID Number	Nama Kegiatan	Biaya (Rupiah)	
U	FJC2	Rp	190.086.600
A1	FJC1		
F1	FJC2		
K1	Holiday Test2	Rp	328.680.000
H1	Lowering2	Rp	522.053.400
Y1	Backfilling2	Rp	235.280.100
B2	Aerial Marker, warming sign	Rp	46.185.433
D2	Re-instatement	Rp	157.903.350
TOTAL		Rp	7.211.238.636

Tabel 4.19 Biaya Langsung pada Jalur Kritis 21

ID Number	Nama Kegiatan	Biaya (Rupiah)	
A	mobilitas dan Survey	Rp	429.451.753
B	ROM Cleaning	Rp	70.940.100
C	Load & Unload Pipa	Rp	316.618.000
E	Stringing	Rp	927.973.200
H	Line Up Welding	Rp	3.986.066.700
M	NDT		
U	FJC2	Rp	190.086.600
B1	holiday Test	Rp	328.680.000
G1	Holiday test1		
K1	Holiday Test2		
H1	Lowering2	Rp	522.053.400
Y1	Backfilling2	Rp	235.280.100
B2	Aerial Marker, warming sign	Rp	46.185.433
D2	Re-instatement	Rp	157.903.350
TOTAL		Rp	7.211.238.636

Tabel 4.20 Biaya Langsung pada Jalur Kritis 30

ID Number	Nama Kegiatan	Biaya (Rupiah)	
A	mobilitas dan Survey	Rp	429.451.753
B	ROM Cleaning	Rp	70.940.100
C	Load & Unload Pipa	Rp	316.618.000
E	Stringing	Rp	927.973.200
I	Stringing		
O	Trenching	Rp	998.013.300
V	Trenching		

Tabel 4.20 Biaya Langsung pada Jalur Kritis 30 (Lanjutan)

ID Number	Nama Kegiatan	Biaya (Rupiah)
H1	Lowering2	Rp 522.053.400
Y1	Backfilling2	Rp 235.280.100
B2	Aerial Marker,warming sign	Rp 46.185.433
D2	Re-instatement	Rp 157.903.350
TOTAL		Rp 3.704.418.636

Tabel 4.21 Biaya Langsung pada Jalur Kritis 33

ID Number	Nama Kegiatan	Biaya (Rupiah)
A	mobilitas dan Survey	Rp 429.451.753
B	ROM Cleaning	Rp 70.940.100
C	Load & Unload Pipa	Rp 316.618.000
E	Stringing	Rp 927.973.200
I	Stringing	
O	Trenching	Rp 998.013.300
W	Lowering	Rp 522.053.400
C1	lowering1	
H1	Lowering2	
Y1	Backfilling2	Rp 235.280.100
B2	Aerial Marker,warming sign	Rp 46.185.433
D2	Re-instatement	Rp 157.903.350
TOTAL		Rp 3.704.418.636

Tabel 4.22 Biaya Langsung pada Jalur Kritis 36

ID Number	Nama Kegiatan	Biaya (Rupiah)
A	mobilitas dan Survey	Rp 429.451.753
B	ROM Cleaning	Rp 70.940.100
C	Load & Unload Pipa	Rp 316.618.000
E	Stringing	Rp 927.973.200
I	Stringing	
O	Trenching	Rp 998.013.300
W	Lowering	Rp 522.053.400
D1	Backfilling	Rp 235.280.100
I1	Backfilling1	
Y1	Backfilling2	
B2	Aerial Marker,warming sign	Rp 46.185.433
D2	Re-instatement	Rp 157.903.350
TOTAL		Rp 3.704.418.636

b. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung adalah semua biaya proyek yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi di lapangan tetapi biaya ini harus ada dan tidak bisa dilepaskan dari proyek, seperti : Biaya Overhead, biaya tak terduga dan keuntungan/profit.

Berikut ini merupakan biaya tidak langsung dari proyek Transmisi Gas Gresik – Semarang:

- Biaya Overhead = Rp 213.662
- Profit = Rp 134.552.564
- Biaya Tidak Langsung = (Durasi Normal x Biaya Overhead) + Profit
$$= (180 \times \text{Rp } 213.662) + \text{Rp } 134.552.564$$
$$= \text{Rp } 173.011.718$$

Setelah mengetahui nilai dari biaya langsung dan tidak langsung untuk masing – masing Jalur Kritis, Langkah selanjutnya adalah menghitung biaya total dari proyek untuk masing- masing jalur kritis.

Biaya total dapat dihitung dengan menambahkan biaya langsung (*Direct Cost*) dan biaya tidak langsung (*Indirect Cost*). Di bawah ini merupakan hasil perhitungan biaya total untuk masing – masing Jalur Kritis:

Tabel 4.23 Biaya Total

Jalur Kritis	Biaya Langsung (Rupiah)	Biaya Tidak Langsung (Rupiah)	Biaya Total (Rupiah)
Ke 15	Rp 7.211.238.636	Rp 173.011.718	Rp 7.384.250.354
Ke 18	Rp 7.211.238.636	Rp 173.011.718	Rp 7.384.250.354
Ke 21	Rp 7.211.238.636	Rp 173.011.718	Rp 7.384.250.354
Ke 30	Rp 3.704.418.636	Rp 173.011.718	Rp 3.877.430.354
Ke 33	Rp 3.704.418.636	Rp 173.011.718	Rp 3.877.430.354
Ke 36	Rp 3.704.418.636	Rp 173.011.718	Rp 3.877.430.354

4.7 Perhitungan *Cost Slope*

Cost Slope merupakan penambahan biaya langsung (*direct Cost*) untuk mempercepat suatu aktivitas persatuan waktu. Sebelum menghitung biaya *Cost Slope* maka langkah awal yang harus dikerjakan adalah menghitung total gaji lembur per hari untuk masing-masing penambahan jam lembur yaitu dua sampai

empat jam. Menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 11 perhitungan total gaji lembur dapat dilakukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Gaji Per hari} &= \text{Rp } 80.000 \\ \text{Total Gaji per jam} &= \text{Rp } 10.000 \quad \text{Per Jam}\end{aligned}$$

Total Gaji Lembur

$$\begin{aligned}\text{Lembur 1 Jam} &= \text{Total Gaji per jam} \times 1.5 \text{ jam} \\ &\text{Rp } 15.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lembur 2 jam} &= \text{Total Gaji per Jam} \times 1.5 \text{ jam} + \text{Total Gaji per Jam} \times 2 \text{ jam} \\ &\text{Rp } 35.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lembur 3 jam} &= \text{Total Gaji per Jam} \times 1.5 \text{ jam} + 2 (\text{Total Gaji per Jam} \times 2 \text{ jam}) \\ &\text{Rp } 55.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lembur 4 jam} &= \text{Total Gaji per Jam} \times 1.5 \text{ jam} + 3 (\text{Total Gaji per Jam} \times 2 \text{ jam}) \\ &\text{Rp } 75.000\end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan biaya gaji lembur untuk penambahan dua sampai empat jam, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan *Cost Slope*, dimana nantinya biaya *Cost Slope* ini akan digunakan untuk melakukan pemadatan biaya sehingga akan di dapatkan biaya paling optimum untuk masing – masing jalur kritis. Berikut ini merupakan perhitungan *Cost Slope* pada kegiatan A (Mobilitas dan Survey) untuk penambahan dua jam lembur:

- Durasi Normal = 7 hari
- Crash Durasi = 6 hari
- Produktivitas Tiap Jam = $\frac{\text{Produktifitas harian}}{8 \text{ jam}} = \frac{0.143}{8} = 0.018 \text{ lot/jam}$
- Upah Normal Per Jam = Prod. tiap jam x harga satuan upah
 $= 0.018 \times \text{Rp } 80.000$
 $= \text{Rp } 1.440$
- Upah Normal per hari = 8 jam x Upah Normal per jam
 $= 8 \times \text{Rp } 1.440$
 $= \text{Rp } 11.520$
- Normal Cost = Normal Durasi x Upah Normal per hari

$$= 7 \times \text{Rp } 11.520$$

$$= \text{Rp } 80.640$$

- Upah Lembur $= (1,5 + 2) \times \text{Upah Normal per hari}$
 $= \text{Rp } 40.320$

- Cost upah per hari $= \text{Upah Normal per jam} + \text{Upah lembur}$
 $= \text{Rp } 1.440 + \text{Rp } 40.320$
 $= \text{Rp } 41.760$

- Cost Upah $= \text{Crash durasi} \times \text{Cost upah per hari}$
 $= 6 \times \text{Rp } 41.760$
 $= \text{Rp } 250.560$

- Cost Bahan $= \text{Rp } 429.451.753$

- Crash Cost $= \text{Cost Upah} + \text{Cost Bahan}$
 $= \text{Rp } 250.560 + \text{Rp } 429.451.753$
 $= \text{Rp } 429.702.313$

- *Cost Slope* $= \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Durasi} - \text{Crash Durasi}}$
 $= \frac{\text{Rp } 429.451.753 - \text{Rp } 80.640}{7 - 6}$
 $= \text{Rp } 429.621.673$

Dari perhitungan diatas dapat di simpulkan bahwa untuk penambahan biaya langsung pada kegiatan A (Mobilitas dan Survey) adalah sebesar Rp 429.621.673. Untuk kegiatan – kegiatan yang lain dapat dilakukan dengan cara

yang sama dan berikut ini merupakan hasil cost slope dari kegiatan-kegiatan yang berada pada Jalur kritis 15.

Tabel 4.24 *Cost Slope* pada Jalur Kritis 15

Kegiatan	Normal (Hari)	Crash (Hari)	Normal Cost (Rupiah)	Crash Cost (Rupiah)	Cost Slope (Rupiah)
A	7	6	Rp 80.640	Rp 429.702.313	Rp 429.621.673
B	8	7	Rp 264.002.560	Rp 908.323.220	Rp 644.320.660
C	4	3	Rp 368.000.000	Rp 1.317.118.000	Rp 949.118.000
E	2	2	Rp 528.000.000	Rp 2.841.973.200	Rp -
H	1	1	Rp 264.000.000	Rp 1.953.516.675	Rp -
M	1	1	Rp 264.000.000	Rp 1.953.516.675	Rp -
T	117	98	Rp 264.176.640	Rp 1.798.642.755	Rp1.784.738.721
Z	1	1	Rp 264.000.000	Rp 1.953.516.675	Rp -
F1	1	1	Rp 264.000.000	Rp 1.147.086.600	Rp -
K1	1	1	Rp 264.000.000	Rp 1.285.680.000	Rp -
H1	20	17	Rp 264.000.000	Rp 1.335.503.400	Rp1.247.503.400
Y1	1	1	Rp 264.000.000	Rp 1.192.280.100	Rp -
B2	7	6	Rp 241.920	Rp 46.937.113	Rp 46.695.193
D2	9	8	Rp 263.998.080	Rp 1.008.563.830	Rp 744.565.750

4.8 Analisis *Time Cost Trade Off*

Dalam proses percepatan waktu dengan melakukan kompresi diusahakan agar penambahan biaya yang ditimbulkan seminimal mungkin. Penekanan (kompresi) durasi proyek dilakukan untuk semua kegiatan yang berada pada jalur kritis dan dimulai dari aktivitas yang mempunyai nilai *cost slope* terendah. Kompresi waktu pada suatu aktivitas akan berhenti jika telah tercapai kondisi kompresi maksimal. Berikut ini merupakan cara perhitungan Kompresi untuk suatu kegiatan.

Durasi Kompres = (Durasi Proyek Normal – Total Crash)

Biaya Langsung = Biaya Langsung Normal + Cost Slope

Tambahann Biaya Lembur = Biaya Lembur tiap jam x Crash Durasi

Biaya Tidak Langsung = (Durasi Kompres x Biaya Overhead) + tambahan biaya lembur + Biaya Overhead

Total Biaya = Biaya langsung + Biaya Tidak Langsung

Demikian seterusnya sampai tahan yang paling optimum. Berikut ini merupakan rekapitulasi dari hasil kompresi waktu dan pengaruh biaya untuk masing-masing penambahan dua jam lembur.

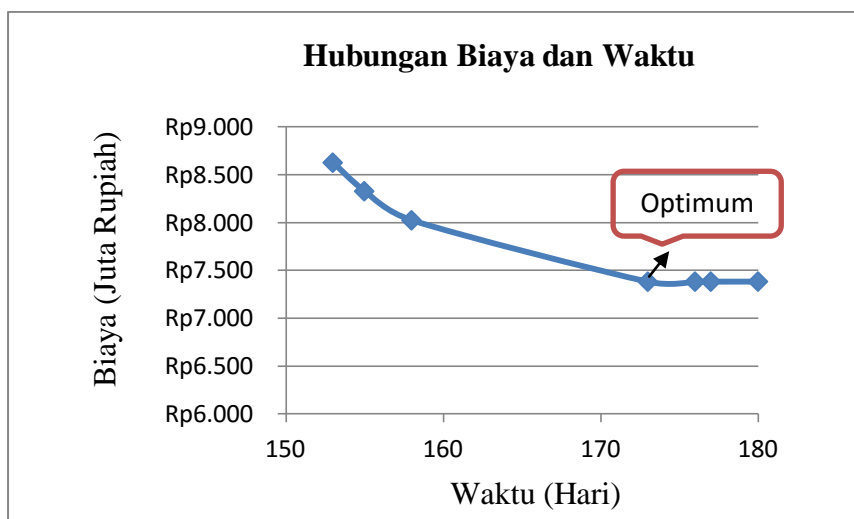
4.8.1 Total Biaya pada Dua Jam Lembur

Berdasarkan perhitungan kompresi biaya dengan rumus di atas didapatkan bahwa hasil kompresi untuk jalur kritis 15,18 dan jalur 21 mempunyai total biaya yang sama. Berikut ini merupakan hasil total biaya akibat kompresi pada jalur kritis 15,18 dan 21 dengan penambahan dua jam lembur.

Tabel 4.25 Rekapitulasi Biaya Akibat Kompres Jalur 15,18 dan 21 pada Dua Jam Lembur

Kompresi	Durasi (Hari)	Total Biaya (Rupiah)
Normal	180	Rp 7.384.250.354
Ke -1	177	Rp 7.383.854.368
Ke -2	176	Rp 7.383.500.706
Ke -3	173	Rp 7.382.964.721
Ke -4	158	Rp 8.023.905.451
Ke -5	155	Rp 8.328.061.805
Ke -6	153	Rp 8.626.194.881

Berikut ini merupakan Grafik hubungan biaya dan waktu untuk jalur kritis ke 15, 18 dan 21 dengan penambahan jam kerja selama dua jam.



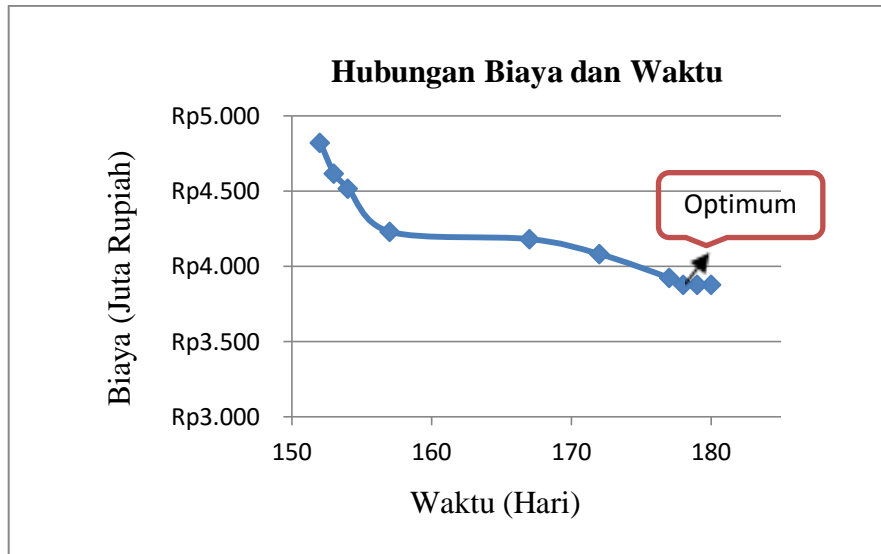
Gambar 4.1 Hubungan antara Biaya dan Waktu untuk jalur kritis 15, 18 dan 21 pada Dua Jam Lembur

Dari grafik hubungan biaya dan waktu di atas dapat dilihat bahawa untuk jalur kritis 15, 18 dan 21 dengan penambahan dua jam lembur mempunyai Biaya Optimum sebesar Rp 7.382.964.721 dengan durasi optimum 173 hari. Sedangkan untuk Jalur Kritis 30, 33 dan 36 dengan penambahan dua jam lembur juga mempunyai nilai total biaya akibat kompresi yang sama. Berikut ini merupakan hasil total biaya akibat kompresi untuk jalur kritis 30, 33 dan 36.

Tabel 4.26 Rekapitulasi Biaya Akibat Kompres Jalur 30, 33 dan 36 pada Dua Jam Lembur

Kompresi	Durasi (Hari)	Total Biaya (Rupiah)
Normal	180	Rp 3.877.430.354
Ke -1	179	Rp 3.877.213.030
Ke -2	178	Rp 3.877.034.368
Ke -3	177	Rp 3.923.375.899
Ke -4	172	Rp 4.081.641.079
Ke -5	167	Rp 4.180.656.759
Ke -6	157	Rp 4.229.367.309
Ke -7	154	Rp 4.516.230.803
Ke -8	153	Rp 4.616.223.569
Ke -9	152	Rp 4.820.632.157

Berikut ini merupakan Grafik hubungan biaya dan waktu untuk jalur kritis ke 30, 33 dan 36 dengan penambahan jam kerja selama dua jam.



Gambar 4.2 Hubungan antara Biaya dan Waktu untuk jalur kritis 30, 33 dan 36 pada Dua Jam Lembur

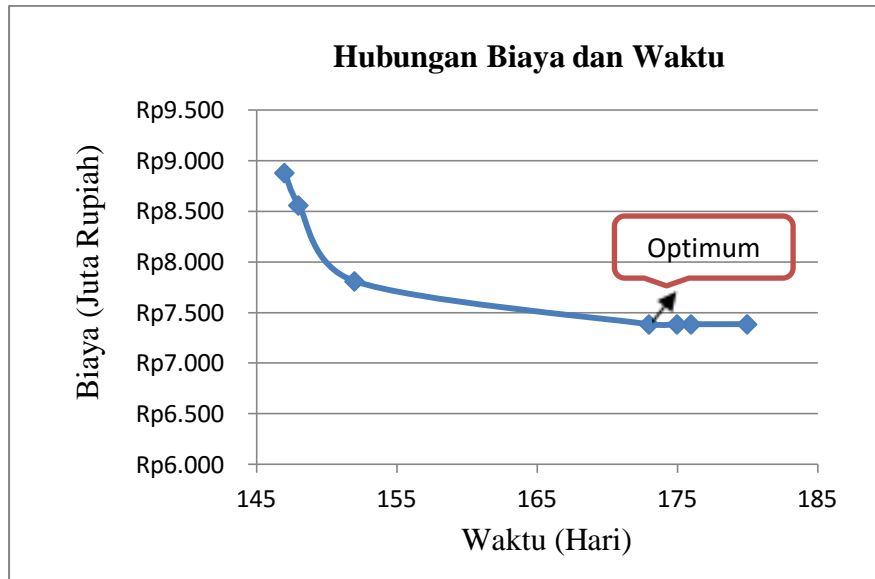
Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa untuk jalur kritis 30, 33 dan 36 dengan penambahan dua jam lembur mempunyai Biaya Optimum sebesar Rp 3.877.034.368 dengan durasi optimum 178 hari.

4.8.2 Total Biaya pada Tiga Jam Lembur

Berikut ini merupakan rekapitulasi dari penambahan tiga jam lembur pada masing – masing jalur kritis yaitu pada jalur 15,18,21,30,33 dan 36.

Tabel 4.27 Rekapitulasi Biaya Akibat Kompres Jalur 15, 18 dan 21 pada Tiga Jam Lembur

Kompresi	Durasi (Hari)	Total Biaya (Rupiah)
Normal	180	Rp 7.384.250.354
Ke - 1	176	Rp 7.383.505.706
Ke - 2	175	Rp 7.383.512.044
Ke - 3	173	Rp 7.383.084.721
Ke - 4	152	Rp 7.808.082.732
Ke - 5	148	Rp 8.558.334.433
Ke - 6	147	Rp 8.878.586.171

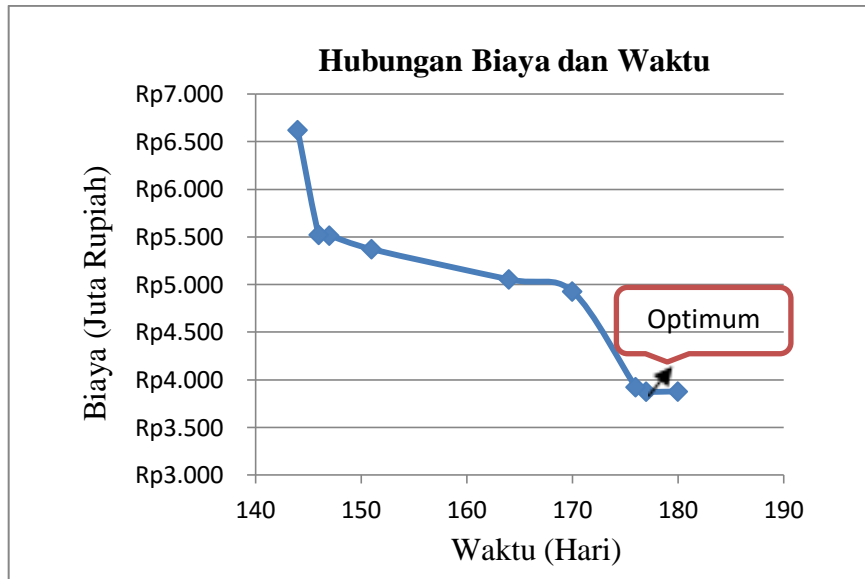


Gambar 4.3 Hubungan antara Biaya dan Waktu untuk jalur kritis 15, 18 dan 21 pada Tiga Jam Lembur

Dari grafik hubungan biaya dan waktu dapat dilihat bahawa untuk jalur kritis 15, 18 dan 21 dengan penambahan tiga jam lembur mempunyai Biaya Optimum yang sama yaitu sebesar Rp 7.383.084.721 dengan durasi optimum 173 hari. Sedangkan untuk Jalur Kritis 30, 33 dan 36 dengan penambahan dua jam lembur juga mempunyai nilai total biaya akibat kompresi yang sama. Berikut ini merupakan tabel hasil total biaya akibat kompresi untuk jalur kritis 30, 33 dan 36.

Tabel 4.28 Rekapitulasi Biaya Akibat Kompres Jalur 30, 33 dan 36 pada Tiga Jam Lembur

Kompresi	Durasi (Hari)	Total Biaya (Rupiah)
Normal	180	Rp 3.877.430.354
Ke - 1	179	Rp 3.876.264.721
Ke - 2	177	Rp 3.876.692.044
Ke - 3	176	Rp 3.923.636.957
Ke - 4	170	Rp 4.928.031.383
Ke - 5	164	Rp 5.054.945.701
Ke - 6	151	Rp 5.372.269.552
Ke - 7	147	Rp 5.514.487.909
Ke - 8	146	Rp 5.522.571.032
Ke - 9	144	Rp 6.621.682.799



Gambar 4.4 Hubungan antara Biaya dan Waktu untuk jalur kritis 30, 33 dan 36 pada Tiga Jam Lembur

Dari Grafik di atas dapat disimpulkan bahwa pada jalur kritis 30, 33 dan 36 untuk penambahan tiga jam lembur mempunyai total biaya optimum sebesar Rp 3.876.264.721 dengan durasi 179 hari.

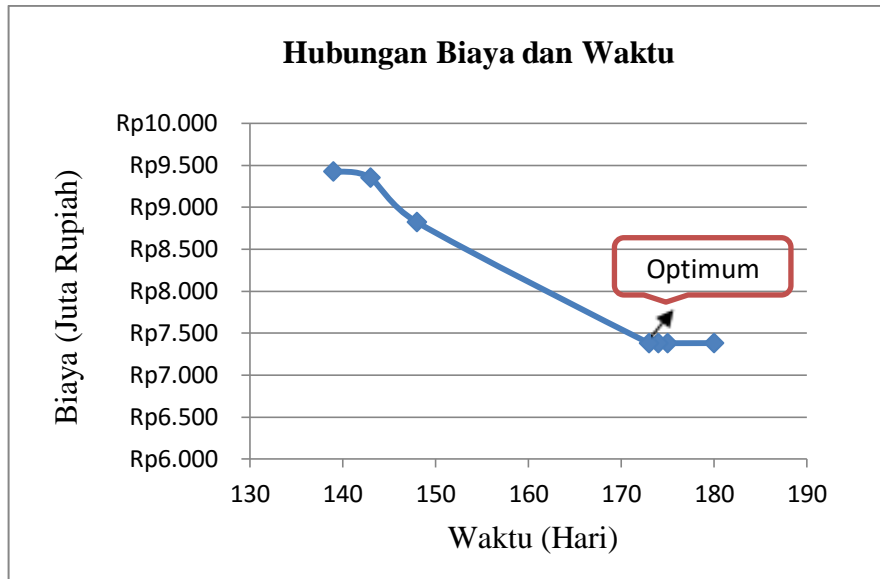
4.8.3 Total Biaya pada Empat Jam Lembur

Berikut ini merupakan tabel dan grafik hasil kompresi pada masing-masing jalur kritis dengan penambahan jam kerja selama empat jam.

Tabel 4.29 Rekapitulasi Biaya Akibat Kompres Jalur 15, 18 dan 21 pada Empat Jam Lembur

Kompresi	Durasi (Hari)	Total Biaya (Rupiah)
Normal	180	Rp 7.384.250.354
Ke - 1	175	Rp 7.383.332.044
Ke - 2	174	Rp 7.383.418.383
Ke - 3	173	Rp 7.383.129.721
Ke - 4	148	Rp 8.826.191.631
Ke - 5	143	Rp 9.355.423.261
Ke - 6	139	Rp 9.428.983.214

Berikut ini merupakan Grafik hubungan antara biaya dan waktu untuk jalur kritis 15, 18 dan 21 pada empat jam lembur.

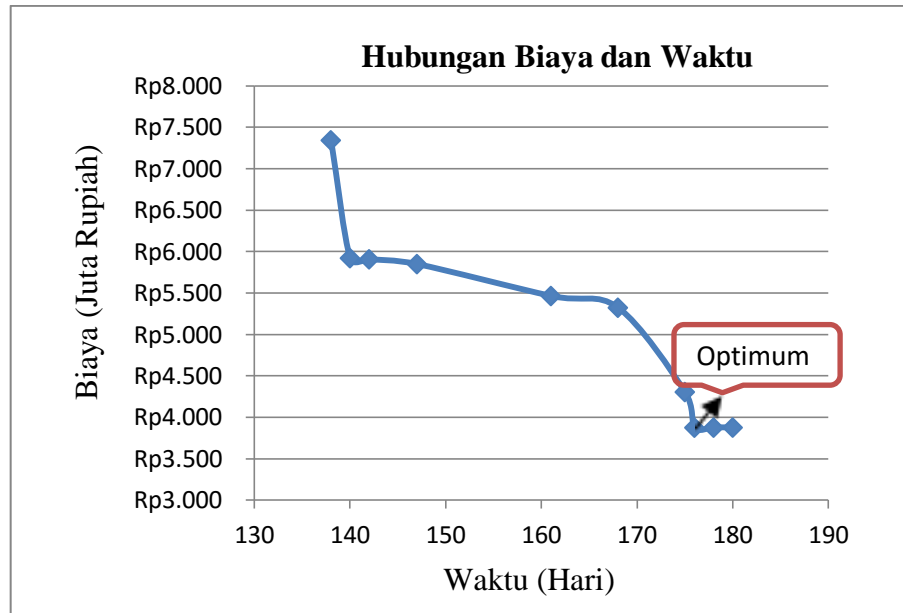


Gambar 4.5 Hubungan antara Biaya dan Waktu untuk jalur kritis 15, 18 dan 21 pada Empat Jam Lembur

Berdasarkan grafik hubungan biaya dan waktu di atas dapat dilihat bahwa untuk jalur kritis 15, 18 dan 21 dengan penambahan dua jam lembur mempunyai Biaya Optimum sebesar Rp 7.383.129.721 dengan durasi optimum 173 hari. Sedangkan untuk hasil total biaya kompresi pada Jalur Kritis 30, 33 dan 36 dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.30 Rekapitulasi Biaya Akibat Kompres Jalur 30, 33 dan 36 pada Empat Jam Lembur

Kompresi	Durasi (Hari)	Total Biaya (Rupiah)
Normal	180	Rp 3.877.430.354
Ke - 1	178	Rp 3.876.950.706
Ke - 2	176	Rp 3.876.598.383
Ke - 3	175	Rp 4.306.362.677
Ke - 4	168	Rp 5.323.799.237
Ke - 5	161	Rp 5.465.159.733
Ke - 6	147	Rp 5.849.991.642
Ke - 7	142	Rp 5.907.935.067
Ke - 8	140	Rp 5.921.949.552
Ke - 9	138	Rp 7.343.712.256



Gambar 4.6 Hubungan antara Biaya dan Waktu untuk jalur kritis 30, 33 dan 36 pada Empat Jam Lembur

Dari Grafik di atas dapat disimpulkan bahwa pada jalur kritis 30, 33 dan 36 untuk penambahan tiga jam lembur mempunyai total biaya optimum sebesar Rp 3.876.598.383 dengan durasi 176 hari.

Setelah mengetahui total biaya optimum pada masing – masing penambahan jam lembur, selanjutnya yaitu merekap dan diambil biaya yang paling optimum dari penambahan dua, tiga dan empat jam kerja. Berikut ini adalah hasil rekapitulasinya.

Tabel 4.31 Hasil Rekapitulasi Biaya Total untuk Jalur Kritis 15, 18 dan 21

Kompresi	Durasi (Hari)	Total Biaya (Rupiah)
Normal	180	Rp 7.384.250.354
2 Jam	173	Rp 7.382.964.721
3 Jam	173	Rp 7.383.084.721
4 Jam	173	Rp 7.383.129.721

Dari tabel di atas didapatkan biaya dan waktu optimum untuk jalur kritis 15, 18 dan 21 yaitu pada penambahan dua jam kerja sebesar Rp 7.382.964.721 dengan durasi selama 173 hari.

Tabel 4.32 Hasil Rekapitulasi Biaya Total untuk Jalur Kritis 30, 33 dan 36

Lembur	Durasi (Hari)	Total Biaya (hari)
Normal	180	Rp 3.877.430.354
2 Jam	178	Rp 3.877.034.368
3 Jam	179	Rp 3.876.264.721
4 Jam	176	Rp 3.876.598.383

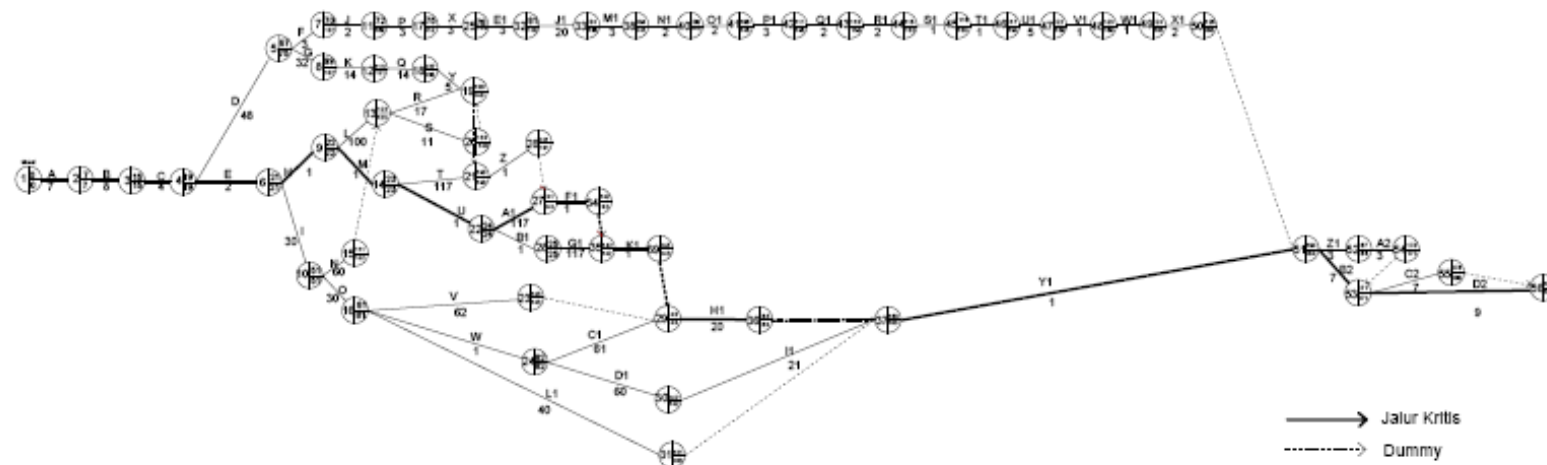
Berdasarkan tabel di atas didapatkan biaya optimum untuk jalur kritis 30, 33 dan 36 yaitu sebesar Rp 3.876.264.721 dengan durasi selama 179 hari. Sedangkan untuk waktu optimumnya didapat pada penambahan empat jam kerja yaitu selama 176 hari dengan biaya total sebesar Rp 3.876.598.383

LAMPIRAN 1

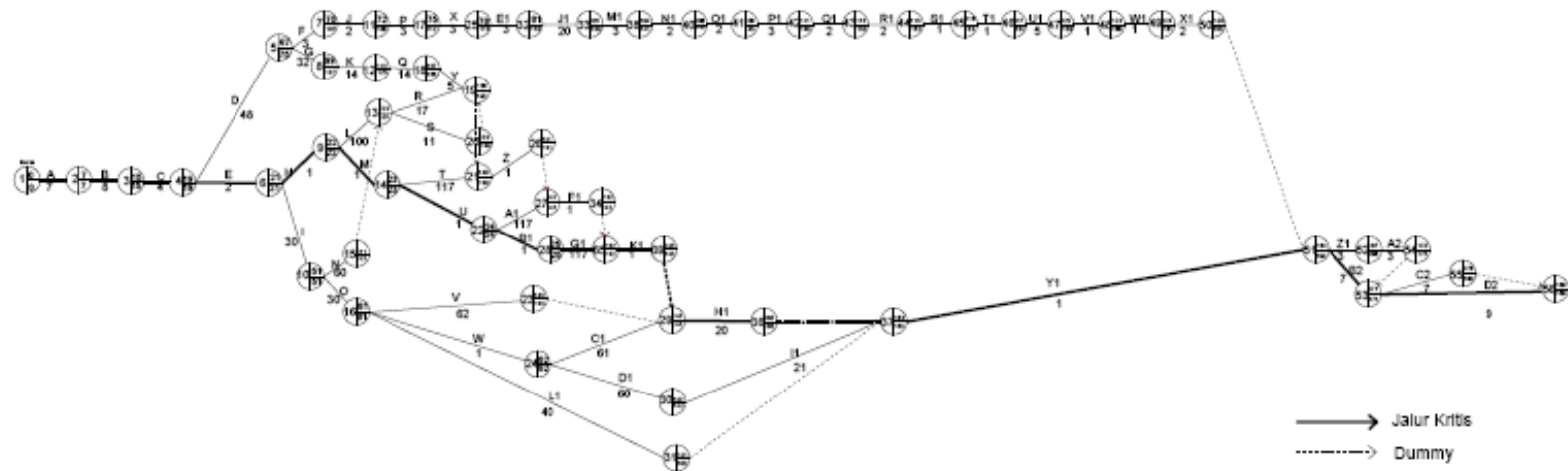
The diagram illustrates a project network with the following components:

- Start Node:** A circle containing the number 1.
- End Node:** A circle containing the number 21.
- Nodes:** Various nodes are labeled with letters and numbers, such as 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.
- Legend:**
 - Jalur Kritis:** Represented by a solid line.
 - Dummy:** Represented by a dashed line.

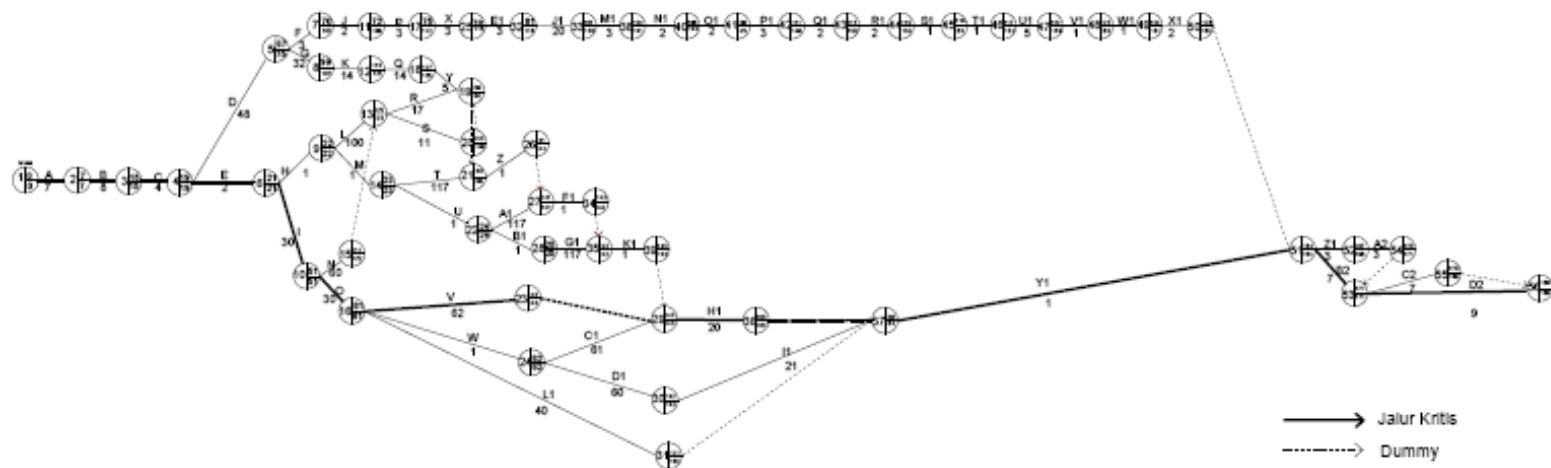
Network Planning Proyek Transmisi Gas Gresik - Semarang pada Jalur kritis 18



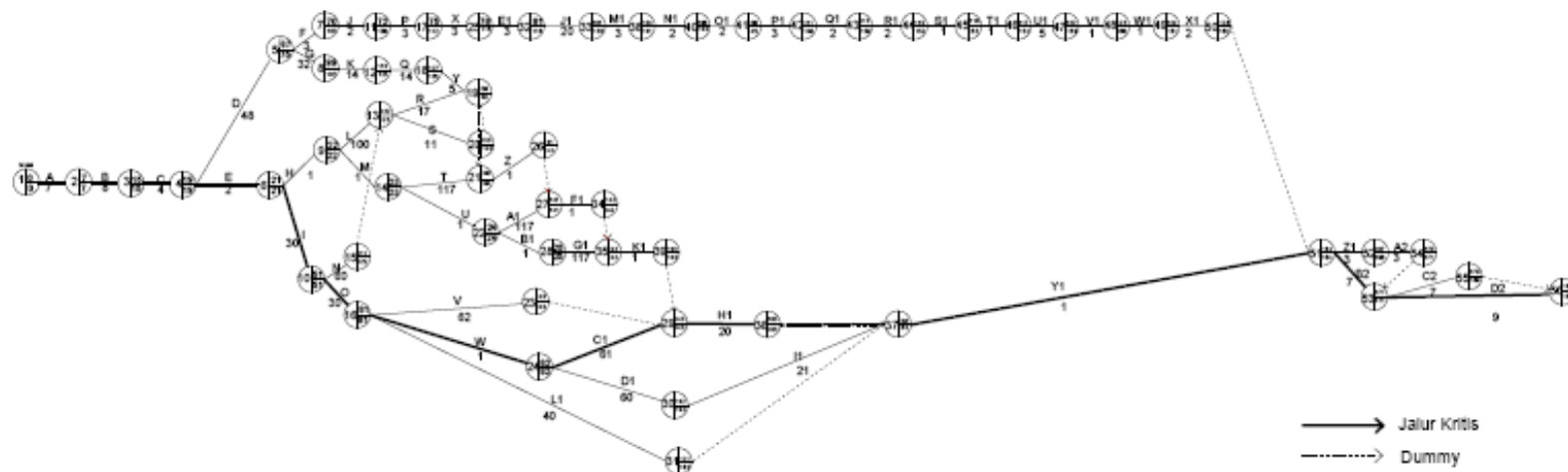
Network Planning Proyek Transmisi Gas Gresik - Semarang pada Jalur kritis 21



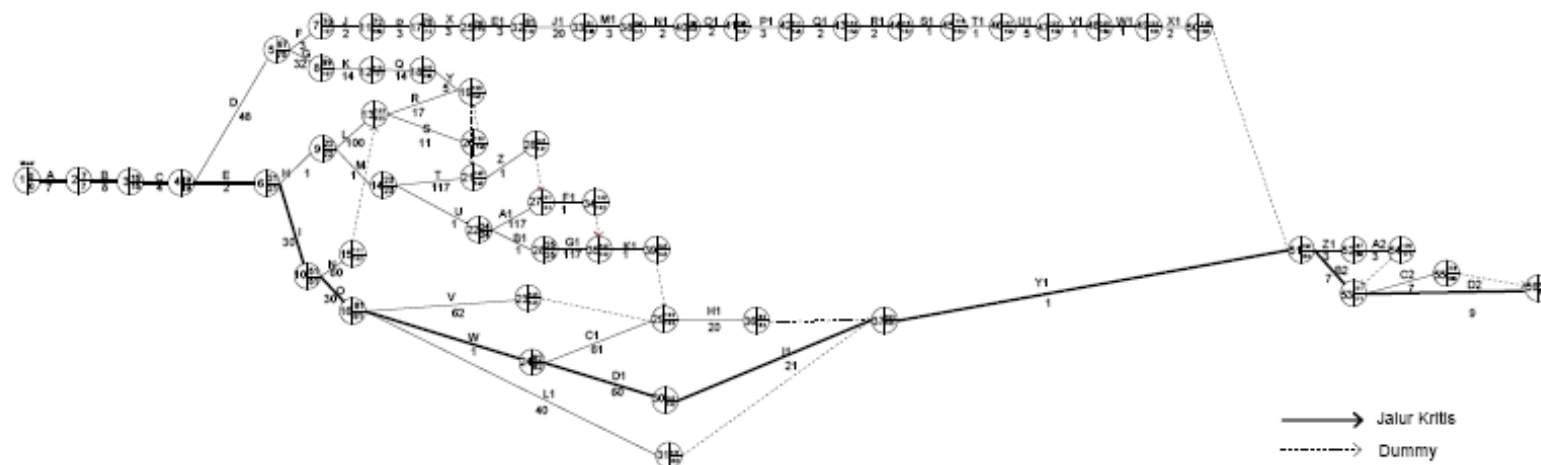
Network Planning Proyek Transmisi Gas Gresik - Semarang pada Jalur kritis 30



Network Planning Proyek Transmisi Gas Gresik - Semarang pada Jalur kritis 33



Network Planning Proyek Transmisi Gas Gresik - Semarang pada Jalur kritis 36



LAMPIRAN 2

Crash Duration 2 Jam Lembur

- Jalur Kritis 15

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,029	0,171	6
B	3300	8	412,500	51,563	82,500	495,000	7
C	4600	4	1150,000	143,750	230,000	1380,000	3
E	6600	2	3300,000	412,500	660,000	3960,000	2
H	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
M	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
T	3300	117	28,205	3,526	5,641	33,846	98
Z	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
F1	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
K1	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
H1	3300	20	165,000	20,625	33,000	198,000	17
Y1	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,086	0,514	6
D2	3300	9	366,667	45,833	73,333	440,000	8

- Jalur Kritis 18

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,029	0,171	6
B	3300	8	412,500	51,563	82,500	495,000	7
C	4600	4	1150,000	143,750	230,000	1380,000	3
E	6600	2	3300,000	412,500	660,000	3960,000	2
H	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
M	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
U	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
A1	3300	117	28,205	3,526	5,641	33,846	98
F1	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
K1	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
H1	3300	20	165,000	20,625	33,000	198,000	17
Y1	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,086	0,514	6
D2	3300	9	366,667	45,833	73,333	440,000	8

- Jalur Kritis 21

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,029	0,171	6
B	3300	8	412,500	51,563	82,500	495,000	7
C	4600	4	1150,000	143,750	230,000	1380,000	3
E	6600	2	3300,000	412,500	660,000	3960,000	2
H	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
M	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
U	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
B1	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
G1	3300	117	28,205	3,526	5,641	33,846	98
K1	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
H1	3300	20	165,000	20,625	33,000	198,000	17
Y1	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,086	0,514	6
D2	3300	9	366,667	45,833	73,333	440,000	8

- Jalur Kritis 30

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,029	0,171428571	6
B	3300	8	412,500	51,563	82,500	495	7
C	4600	4	1150,000	143,750	230,000	1380	3
E	6600	2	3300,000	412,500	660,000	3960	2
I	6600	30	220,000	27,500	44,000	264	25
O	3300	30	110,000	13,750	22,000	132	25
V	3300	62	53,226	6,653	10,645	63,87096774	52
H1	3300	20	165,000	20,625	33,000	198	17
Y1	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,086	0,514285714	6
D2	3300	9	366,667	45,833	73,333	440	8

- Jalur Kritis 33

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,029	0,171	6
B	3300	8	412,500	51,563	82,500	495,000	7
C	4600	4	1150,000	143,750	230,000	1380,000	3
E	6600	2	3300,000	412,500	660,000	3960,000	2
I	6600	30	220,000	27,500	44,000	264,000	25
O	3300	30	110,000	13,750	22,000	132,000	25
W	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
C1	3300	61	54,098	6,762	10,820	64,918	51
H1	3300	20	165,000	20,625	33,000	198,000	17
Y1	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,086	0,514	6
D2	3300	9	366,667	45,833	73,333	440,000	8

- Jalur Kritis 36

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,029	0,171	6
B	3300	8	412,500	51,563	82,500	495,000	7
C	4600	4	1150,000	143,750	230,000	1380,000	3
E	6600	2	3300,000	412,500	660,000	3960,000	2
I	6600	30	220,000	27,500	44,000	264,000	25
O	3300	30	110,000	13,750	22,000	132,000	25
W	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
D1	3300	60	55,000	6,875	11,000	66,000	50
I1	3300	21	157,143	19,643	31,429	188,571	18
Y1	3300	1	3300,000	412,500	660,000	3960,000	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,086	0,514	6
D2	3300	9	366,667	45,833	73,333	440,000	8

Crash Duration 3 Jam Lembur

- Jalur Kritis 15

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,038	0,180	6
B	3300	8	412,500	51,563	108,281	520,781	6
C	4600	4	1150,000	143,750	301,875	1451,875	3
E	6600	2	3300,000	412,500	866,250	4166,250	2
H	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
M	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
T	3300	117	28,205	3,526	7,404	35,609	93
Z	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
F1	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
K1	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
H1	3300	20	165,000	20,625	43,313	208,313	16
Y1	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,113	0,541	6
D2	3300	9	366,667	45,833	96,250	462,917	7

- Jalur Kritis 18

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,038	0,180	6
B	3300	8	412,500	51,563	108,281	520,781	6
C	4600	4	1150,000	143,750	301,875	1451,875	3
E	6600	2	3300,000	412,500	866,250	4166,250	2
H	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
M	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
U	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
A1	3300	117	28,205	3,526	7,404	35,609	93
F1	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
K1	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
H1	3300	20	165,000	20,625	43,313	208,313	16
Y1	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,113	0,541	6
D2	3300	9	366,667	45,833	96,250	462,917	7

- Jalur Kritis 21

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,038	0,180	6
B	3300	8	412,500	51,563	108,281	520,781	6
C	4600	4	1150,000	143,750	301,875	1451,875	3
E	6600	2	3300,000	412,500	866,250	4166,250	2
H	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
M	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
U	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
B1	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
G1	3300	117	28,205	3,526	7,404	35,609	93
K1	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
H1	3300	20	165,000	20,625	43,313	208,313	16
Y1	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,113	0,541	6
D2	3300	9	366,667	45,833	96,250	462,917	7

- Jalur Kritis 30

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,038	0,180357143	6
B	3300	8	412,500	51,563	108,281	520,78125	6
C	4600	4	1150,000	143,750	301,875	1451,875	3
E	6600	2	3300,000	412,500	866,250	4166,25	2
I	6600	30	220,000	27,500	57,750	277,75	24
O	3300	30	110,000	13,750	28,875	138,875	24
V	3300	62	53,226	6,653	13,972	67,19758065	49
H1	3300	20	165,000	20,625	43,313	208,3125	16
Y1	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,25	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,113	0,541071429	6
D2	3300	9	366,667	45,833	96,250	462,9166667	7

- Jalur Kritis 33

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,038	0,180	6
B	3300	8	412,500	51,563	108,281	520,781	6
C	4600	4	1150,000	143,750	301,875	1451,875	3
E	6600	2	3300,000	412,500	866,250	4166,250	2
I	6600	30	220,000	27,500	57,750	277,750	24
O	3300	30	110,000	13,750	28,875	138,875	24
W	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
C1	3300	61	54,098	6,762	14,201	68,299	48
H1	3300	20	165,000	20,625	43,313	208,313	16
Y1	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,113	0,541	6
D2	3300	9	366,667	45,833	96,250	462,917	7

- Jalur Kritis 36

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,038	0,180	6
B	3300	8	412,500	51,563	108,281	520,781	6
C	4600	4	1150,000	143,750	301,875	1451,875	3
E	6600	2	3300,000	412,500	866,250	4166,250	2
I	6600	30	220,000	27,500	57,750	277,750	24
O	3300	30	110,000	13,750	28,875	138,875	24
W	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
D1	3300	60	55,000	6,875	14,438	69,438	48
I1	3300	21	157,143	19,643	41,250	198,393	17
Y1	3300	1	3300,000	412,500	866,250	4166,250	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,113	0,541	6
D2	3300	9	366,667	45,833	96,250	462,917	7

Crash Duration 4 Jam Lembur

- Jalur Kritis 15

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,043	0,186	5
B	3300	8	412,500	51,563	123,750	536,250	6
C	4600	4	1150,000	143,750	345,000	1495,000	3
E	6600	2	3300,000	412,500	990,000	4290,000	2
H	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
M	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
T	3300	117	28,205	3,526	8,462	36,667	90
Z	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
F1	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
K1	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
H1	3300	20	165,000	20,625	49,500	214,500	15
Y1	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,129	0,557	5
D2	3300	9	366,667	45,833	110,000	476,667	7

- Jalur Kritis 18

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,043	0,186	5
B	3300	8	412,500	51,563	123,750	536,250	6
C	4600	4	1150,000	143,750	345,000	1495,000	3
E	6600	2	3300,000	412,500	990,000	4290,000	2
H	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
M	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
U	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
A1	3300	117	28,205	3,526	8,462	36,667	90
F1	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
K1	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
H1	3300	20	165,000	20,625	49,500	214,500	15
Y1	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,129	0,557	5
D2	3300	9	366,667	45,833	110,000	476,667	7

- Jalur Kritis 21

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,043	0,186	5
B	3300	8	412,500	51,563	123,750	536,250	6
C	4600	4	1150,000	143,750	345,000	1495,000	3
E	6600	2	3300,000	412,500	990,000	4290,000	2
H	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
M	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
U	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
B1	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
G1	3300	117	28,205	3,526	8,462	36,667	90
K1	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
H1	3300	20	165,000	20,625	49,500	214,500	15
Y1	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,129	0,557	5
D2	3300	9	366,667	45,833	110,000	476,667	7

- Jalur Kritis 30

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,043	0,1857143	5
B	3300	8	412,500	51,563	123,750	536,25	6
C	4600	4	1150,000	143,750	345,000	1495	3
E	6600	2	3300,000	412,500	990,000	4290	2
I	6600	30	220,000	27,500	66,000	286	23
O	3300	30	110,000	13,750	33,000	143	23
V	3300	62	53,226	6,653	15,968	69,193548	48
H1	3300	20	165,000	20,625	49,500	214,5	15
Y1	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,129	0,5571429	5
D2	3300	9	366,667	45,833	110,000	476,66667	7

- Jalur Kritis 33

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,043	0,186	5
B	3300	8	412,500	51,563	123,750	536,250	6
C	4600	4	1150,000	143,750	345,000	1495,000	3
E	6600	2	3300,000	412,500	990,000	4290,000	2
I	6600	30	220,000	27,500	66,000	286,000	23
O	3300	30	110,000	13,750	33,000	143,000	23
W	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
C1	3300	61	54,098	6,762	16,230	70,328	47
H1	3300	20	165,000	20,625	49,500	214,500	15
Y1	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,129	0,557	5
D2	3300	9	366,667	45,833	110,000	476,667	7

- Jalur Kritis 36

peristiwa	volume	durasi	prod. Harian	prod. Tiap jam	prod. Lembur	prod. Harian susah crash	Crash Duration
A	1	7	0,143	0,018	0,043	0,186	5
B	3300	8	412,500	51,563	123,750	536,250	6
C	4600	4	1150,000	143,750	345,000	1495,000	3
E	6600	2	3300,000	412,500	990,000	4290,000	2
I	6600	30	220,000	27,500	66,000	286,000	23
O	3300	30	110,000	13,750	33,000	143,000	23
W	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
D1	3300	60	55,000	6,875	16,500	71,500	46
I1	3300	21	157,143	19,643	47,143	204,286	16
Y1	3300	1	3300,000	412,500	990,000	4290,000	1
B2	3	7	0,429	0,054	0,129	0,557	5
D2	3300	9	366,667	45,833	110,000	476,667	7

LAMPIRAN 3

Perhitungan *Cost slope* 2 Jam Lembur

- Jalur Kritis 15

kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 40.320	Rp 41.760	Rp 250.560	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.702.313	Rp 80.640	Rp 429.621.673
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp115.501.120	Rp 119.626.160	Rp 837.383.120	Rp 70.940.100	Rp -	Rp 908.323.220	Rp 264.002.560	Rp 644.320.660
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp322.000.000	Rp 333.500.000	Rp 1.000.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp 1.317.118.000	Rp 368.000.000	Rp 949.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 1.914.000.000	Rp 927.973.200	Rp -	Rp 2.841.973.200	Rp 528.000.000	Rp -
H	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 996.516.675	Rp -	Rp 1.953.516.675	Rp 264.000.000	Rp -
M	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 996.516.675	Rp -	Rp 1.953.516.675	Rp 264.000.000	Rp -
T	Rp 282.240	Rp 2.257.920	Rp 7.902.720	Rp 8.184.960	Rp 802.126.080	Rp 996.516.675	Rp -	Rp 1.798.642.755	Rp 264.176.640	Rp1.784.738.721
Z	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 996.516.675	Rp -	Rp 1.953.516.675	Rp 264.000.000	Rp -
F1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 190.086.600	Rp -	Rp 1.147.086.600	Rp 264.000.000	Rp -
K1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 328.680.000	Rp -	Rp 1.285.680.000	Rp 264.000.000	Rp -
H1	Rp 1.650.000	Rp 13.200.000	Rp 46.200.000	Rp 47.850.000	Rp 813.450.000	Rp 522.053.400	Rp -	Rp 1.335.503.400	Rp 264.000.000	Rp1.247.503.400
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 235.280.100	Rp -	Rp 1.192.280.100	Rp 264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 120.960	Rp 125.280	Rp 751.680	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 46.937.113	Rp 241.920	Rp 46.695.193
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp102.665.920	Rp 106.332.560	Rp 850.660.480	Rp 157.903.350	Rp -	Rp 1.008.563.830	Rp 263.998.080	Rp 744.565.750

- Jalur Kritis 18

kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 40.320	Rp 41.760	Rp 250.560	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.702.313	Rp 80.640	Rp 429.621.673
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp115.501.120	Rp 119.626.160	Rp 837.383.120	Rp 70.940.100	Rp -	Rp 908.323.220	Rp 264.002.560	Rp 644.320.660
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp322.000.000	Rp 333.500.000	Rp 1.000.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp 1.317.118.000	Rp 368.000.000	Rp 949.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 1.914.000.000	Rp 927.973.200	Rp -	Rp 2.841.973.200	Rp 528.000.000	Rp -
H	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 1.993.033.350	Rp -	Rp 2.950.033.350	Rp 264.000.000	Rp -
M	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 1.993.033.350	Rp -	Rp 2.950.033.350	Rp 264.000.000	Rp -
U	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 63.362.200	Rp -	Rp 1.020.362.200	Rp 264.000.000	Rp -
A1	Rp 282.080	Rp 2.256.640	Rp 7.898.240	Rp 8.180.320	Rp 801.671.360	Rp 63.362.200	Rp -	Rp 865.033.560	Rp 264.026.880	Rp 851.137.408
F1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 63.362.200	Rp -	Rp 1.020.362.200	Rp 264.000.000	Rp -
K1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 328.680.000	Rp -	Rp 1.285.680.000	Rp 264.000.000	Rp -
H1	Rp 1.650.000	Rp 13.200.000	Rp 46.200.000	Rp 47.850.000	Rp 813.450.000	Rp 522.053.400	Rp -	Rp 1.335.503.400	Rp 264.000.000	Rp1.247.503.400
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 235.280.100	Rp -	Rp 1.192.280.100	Rp 264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 120.960	Rp 125.280	Rp 751.680	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 46.937.113	Rp 241.920	Rp 46.695.193
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp102.665.920	Rp 106.332.560	Rp 850.660.480	Rp 157.903.350	Rp -	Rp 1.008.563.830	Rp 263.998.080	Rp 744.565.750

- Jalur Kritis 21

kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 40.320	Rp 41.760	Rp 250.560	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.702.313	Rp 80.640	Rp 429.621.673
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp115.501.120	Rp 119.626.160	Rp 837.383.120	Rp 70.940.100	Rp -	Rp 908.323.220	Rp 264.002.560	Rp 644.320.660
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp322.000.000	Rp 333.500.000	Rp 1.000.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp 1.317.118.000	Rp 368.000.000	Rp 949.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 1.914.000.000	Rp 927.973.200	Rp -	Rp 2.841.973.200	Rp 528.000.000	Rp -
H	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 1.993.033.350	Rp -	Rp 2.950.033.350	Rp 264.000.000	Rp -
M	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 1.993.033.350	Rp -	Rp 2.950.033.350	Rp 264.000.000	Rp -
U	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 190.086.600	Rp -	Rp 1.147.086.600	Rp 264.000.000	Rp -
B1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 109.560.000	Rp -	Rp 1.066.560.000	Rp 264.000.000	Rp -
G1	Rp 282.080	Rp 2.256.640	Rp 7.898.240	Rp 8.180.320	Rp 801.671.360	Rp 109.560.000	Rp -	Rp 911.231.360	Rp 264.026.880	Rp 897.335.208
K1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 109.560.000	Rp -	Rp 1.066.560.000	Rp 264.000.000	Rp -
H1	Rp 1.650.000	Rp 13.200.000	Rp 46.200.000	Rp 47.850.000	Rp 813.450.000	Rp 522.053.400	Rp -	Rp 1.335.503.400	Rp 264.000.000	Rp1.247.503.400
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 235.280.100	Rp -	Rp 1.192.280.100	Rp 264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 120.960	Rp 125.280	Rp 751.680	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 46.937.113	Rp 241.920	Rp 46.695.193
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp102.665.920	Rp 106.332.560	Rp 850.660.480	Rp 157.903.350	Rp -	Rp 1.008.563.830	Rp 263.998.080	Rp 744.565.750

- Jalur Kritis 30

kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 40.320	Rp 41.760	Rp 250.560	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.702.313	Rp 80.640	Rp 429.621.673
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp115.501.120	Rp 119.626.160	Rp 837.383.120	Rp 70.940.100	Rp -	Rp 908.323.220	Rp 264.002.560	Rp 644.320.660
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp322.000.000	Rp 333.500.000	Rp 1.000.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp 1.317.118.000	Rp 368.000.000	Rp 949.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 1.914.000.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp 2.377.986.600	Rp 528.000.000	Rp -
I	Rp 2.200.000	Rp 17.600.000	Rp 61.600.000	Rp 63.800.000	Rp 1.595.000.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp 2.058.986.600	Rp 528.000.000	Rp 306.197.320
O	Rp 1.096.000	Rp 8.768.000	Rp 30.688.000	Rp 31.784.000	Rp 794.600.000	Rp 499.006.650	Rp -	Rp 1.293.606.650	Rp 263.040.000	Rp 206.113.330
V	Rp 532.240	Rp 4.257.920	Rp 14.902.720	Rp 15.434.960	Rp 802.617.920	Rp 499.006.650	Rp -	Rp 1.301.624.570	Rp 263.991.040	Rp 103.763.353
H1	Rp 1.650.000	Rp 13.200.000	Rp 46.200.000	Rp 47.850.000	Rp 813.450.000	Rp 522.053.400	Rp -	Rp 1.335.503.400	Rp 264.000.000	Rp 357.167.800
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 235.280.100	Rp -	Rp 1.192.280.100	Rp 264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 120.960	Rp 125.280	Rp 751.680	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 46.937.113	Rp 241.920	Rp 46.695.193
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp102.665.920	Rp 106.332.560	Rp 850.660.480	Rp 157.903.350	Rp -	Rp 1.008.563.830	Rp 263.998.080	Rp 744.565.750

- Jalur Kritis 33

kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 40.320	Rp 41.760	Rp 250.560	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.702.313	Rp 80.640	Rp 429.621.673
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp115.501.120	Rp 119.626.160	Rp 837.383.120	Rp 70.940.100	Rp -	Rp 908.323.220	Rp 264.002.560	Rp 644.320.660
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp322.000.000	Rp 333.500.000	Rp 1.000.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp 1.317.118.000	Rp 368.000.000	Rp 949.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 1.914.000.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp 2.377.986.600	Rp 528.000.000	Rp -
I	Rp 2.200.000	Rp 17.600.000	Rp 61.600.000	Rp 63.800.000	Rp 1.595.000.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp 2.058.986.600	Rp 528.000.000	Rp 306.197.320
O	Rp 1.100.000	Rp 8.800.000	Rp 30.800.000	Rp 31.900.000	Rp 797.500.000	Rp 998.013.300	Rp -	Rp 1.795.513.300	Rp 264.000.000	Rp 306.302.660
W	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 174.017.800	Rp -	Rp 1.131.017.800	Rp 264.000.000	Rp -
C1	Rp 540.960	Rp 4.327.680	Rp 15.146.880	Rp 15.687.840	Rp 800.079.840	Rp 174.017.800	Rp -	Rp 974.097.640	Rp 263.988.480	Rp 71.010.916
H1	Rp 1.650.000	Rp 13.200.000	Rp 46.200.000	Rp 47.850.000	Rp 813.450.000	Rp 174.017.800	Rp -	Rp 987.467.800	Rp 264.000.000	Rp 241.155.933
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 235.280.100	Rp -	Rp 1.192.280.100	Rp 264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 120.960	Rp 125.280	Rp 751.680	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 46.937.113	Rp 241.920	Rp 46.695.193
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp102.665.920	Rp 106.332.560	Rp 850.660.480	Rp 157.903.350	Rp -	Rp 1.008.563.830	Rp 263.998.080	Rp 744.565.750

- Jalur Kritis 36

kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 40.320	Rp 41.760	Rp 250.560	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.702.313	Rp 80.640	Rp 429.621.673
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp115.501.120	Rp 119.626.160	Rp 837.383.120	Rp 70.940.100	Rp -	Rp 908.323.220	Rp 264.002.560	Rp 644.320.660
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp322.000.000	Rp 333.500.000	Rp 1.000.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp 1.317.118.000	Rp 368.000.000	Rp 949.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 1.914.000.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp 2.377.986.600	Rp 528.000.000	Rp -
I	Rp 2.200.000	Rp 17.600.000	Rp 61.600.000	Rp 63.800.000	Rp 1.595.000.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp 2.058.986.600	Rp 528.000.000	Rp 306.197.320
O	Rp 1.100.000	Rp 8.800.000	Rp 30.800.000	Rp 31.900.000	Rp 797.500.000	Rp 998.013.300	Rp -	Rp 1.795.513.300	Rp 264.000.000	Rp 306.302.660
W	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 522.053.400	Rp -	Rp 1.479.053.400	Rp 264.000.000	Rp -
D1	Rp 550.000	Rp 4.400.000	Rp 15.400.000	Rp 15.950.000	Rp 797.500.000	Rp 78.426.700	Rp -	Rp 875.926.700	Rp 264.000.000	Rp 61.192.670
I1	Rp 1.571.440	Rp 12.571.520	Rp 44.000.320	Rp 45.571.760	Rp 797.505.800	Rp 78.426.700	Rp -	Rp 875.932.500	Rp 264.001.920	Rp 203.976.860
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp924.000.000	Rp 957.000.000	Rp 957.000.000	Rp 78.426.700	Rp -	Rp 1.035.426.700	Rp 264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 120.960	Rp 125.280	Rp 751.680	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 46.937.113	Rp 241.920	Rp 46.695.193
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp102.665.920	Rp 106.332.560	Rp 850.660.480	Rp 157.903.350	Rp -	Rp 1.008.563.830	Rp 263.998.080	Rp 744.565.750

Perhitungan *Cost slope* 3 Jam Lembur

- Jalur Kritis 15

kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 63.360	Rp 64.800	Rp 388.800	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.840.553	Rp 80.640	Rp 429.759.913
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp 181.501.760	Rp 185.626.800	Rp 1.113.760.800	Rp 70.940.100	Rp -	Rp 1.184.700.900	Rp 264.002.560	Rp 1.052.699.620
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp 506.000.000	Rp 517.500.000	Rp 1.552.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp 1.869.118.000	Rp 368.000.000	Rp 1.501.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp1.485.000.000	Rp 2.970.000.000	Rp 927.973.200	Rp -	Rp 3.897.973.200	Rp 528.000.000	Rp -
H	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 996.516.675	Rp -	Rp 2.481.516.675	Rp 264.000.000	Rp -
M	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 996.516.675	Rp -	Rp 2.481.516.675	Rp 264.000.000	Rp -
T	Rp 282.080	Rp 2.256.640	Rp 12.411.520	Rp 12.693.600	Rp 1.180.504.800	Rp 996.516.675	Rp -	Rp 2.177.021.475	Rp 264.026.880	Rp 2.166.020.355
Z	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 996.516.675	Rp -	Rp 2.481.516.675	Rp 264.000.000	Rp -
F1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 190.086.600	Rp -	Rp 1.675.086.600	Rp 264.000.000	Rp -
K1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 328.680.000	Rp -	Rp 1.813.680.000	Rp 264.000.000	Rp -
H1	Rp 1.650.000	Rp 13.200.000	Rp 72.600.000	Rp 74.250.000	Rp 1.188.000.000	Rp 522.053.400	Rp -	Rp 1.710.053.400	Rp 264.000.000	Rp 1.644.053.400
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 235.280.100	Rp -	Rp 1.720.280.100	Rp 264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 190.080	Rp 194.400	Rp 1.166.400	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 47.351.833	Rp 241.920	Rp 47.109.913
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp 161.332.160	Rp 164.998.800	Rp 1.154.991.600	Rp 157.903.350	Rp -	Rp 1.312.894.950	Rp 263.998.080	Rp 1.180.895.910

- Jalur Kritis 18

kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 63.360	Rp 64.800	Rp 388.800	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.840.553	Rp 80.640	Rp 429.759.913
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp 181.501.760	Rp 185.626.800	Rp 1.113.760.800	Rp 70.940.100	Rp -	Rp 1.184.700.900	Rp 264.002.560	Rp 1.052.699.620
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp 506.000.000	Rp 517.500.000	Rp 1.552.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp 1.869.118.000	Rp 368.000.000	Rp 1.501.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp1.485.000.000	Rp 2.970.000.000	Rp 927.973.200	Rp -	Rp 3.897.973.200	Rp 528.000.000	Rp -
H	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 1.993.033.350	Rp -	Rp 3.478.033.350	Rp 264.000.000	Rp -
M	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 1.993.033.350	Rp -	Rp 3.478.033.350	Rp 264.000.000	Rp -
U	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 63.362.200	Rp -	Rp 1.548.362.200	Rp 264.000.000	Rp -
A1	Rp 282.080	Rp 2.256.640	Rp 12.411.520	Rp 12.693.600	Rp 1.180.504.800	Rp 63.362.200	Rp -	Rp 1.243.867.000	Rp 264.026.880	Rp 1.232.865.880
F1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 63.362.200	Rp -	Rp 1.548.362.200	Rp 264.000.000	Rp -
K1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 328.680.000	Rp -	Rp 1.813.680.000	Rp 264.000.000	Rp -
H1	Rp 1.650.000	Rp 13.200.000	Rp 72.600.000	Rp 74.250.000	Rp 1.188.000.000	Rp 522.053.400	Rp -	Rp 1.710.053.400	Rp 264.000.000	Rp 1.644.053.400
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 235.280.100	Rp -	Rp 1.720.280.100	Rp 264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 190.080	Rp 194.400	Rp 1.166.400	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 47.351.833	Rp 241.920	Rp 47.109.913
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp 161.332.160	Rp 164.998.800	Rp 1.154.991.600	Rp 157.903.350	Rp -	Rp 1.312.894.950	Rp 263.998.080	Rp 1.180.895.910

- Jalur Kritis 21

kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 63.360	Rp 64.800	Rp 388.800	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.840.553	Rp 80.640	Rp 429.759.913
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp 181.501.760	Rp 185.626.800	Rp 1.113.760.800	Rp 70.940.100	Rp -	Rp 1.184.700.900	Rp 264.002.560	Rp 1.052.699.620
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp 506.000.000	Rp 517.500.000	Rp 1.552.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp 1.869.118.000	Rp 368.000.000	Rp 1.501.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 2.970.000.000	Rp 927.973.200	Rp -	Rp 3.897.973.200	Rp 528.000.000	Rp -
H	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 1.993.033.350	Rp -	Rp 3.478.033.350	Rp 264.000.000	Rp -
M	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 1.993.033.350	Rp -	Rp 3.478.033.350	Rp 264.000.000	Rp -
U	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 63.362.200	Rp -	Rp 1.548.362.200	Rp 264.000.000	Rp -
A1	Rp 282.080	Rp 2.256.640	Rp 12.411.520	Rp 12.693.600	Rp 1.180.504.800	Rp 63.362.200	Rp -	Rp 1.243.867.000	Rp 264.026.880	Rp 1.232.865.880
F1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 63.362.200	Rp -	Rp 1.548.362.200	Rp 264.000.000	Rp -
K1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 328.680.000	Rp -	Rp 1.813.680.000	Rp 264.000.000	Rp -
H1	Rp 1.650.000	Rp 13.200.000	Rp 72.600.000	Rp 74.250.000	Rp 1.188.000.000	Rp 522.053.400	Rp -	Rp 1.710.053.400	Rp 264.000.000	Rp 1.644.053.400
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 235.280.100	Rp -	Rp 1.720.280.100	Rp 264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 190.080	Rp 194.400	Rp 1.166.400	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 47.351.833	Rp 241.920	Rp 47.109.913
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp 161.332.160	Rp 164.998.800	Rp 1.154.991.600	Rp 157.903.350	Rp -	Rp 1.312.894.950	Rp 263.998.080	Rp 1.180.895.910

- Jalur Kritis 30

kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 63.360	Rp 64.800	Rp 388.800	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.840.553	Rp 80.640	Rp 429.759.913
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp 181.501.760	Rp 185.626.800	Rp 1.113.760.800	Rp 70.940.100	Rp -	Rp 1.184.700.900	Rp 264.002.560	Rp 1.052.699.620
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp 506.000.000	Rp 517.500.000	Rp 1.552.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp 1.869.118.000	Rp 368.000.000	Rp 1.501.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 2.970.000.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp 3.433.986.600	Rp 528.000.000	Rp -
I	Rp 2.200.000	Rp 17.600.000	Rp 96.800.000	Rp 99.000.000	Rp 2.376.000.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp 2.839.986.600	Rp 528.000.000	Rp 2.751.986.600
O	Rp 1.100.000	Rp 8.800.000	Rp 48.400.000	Rp 49.500.000	Rp 1.188.000.000	Rp 499.006.650	Rp -	Rp 1.687.006.650	Rp 264.000.000	Rp 1.643.006.650
V	Rp 532.240	Rp 4.257.920	Rp 23.418.560	Rp 23.950.800	Rp 1.173.589.200	Rp 499.006.650	Rp -	Rp 1.672.595.850	Rp 263.991.040	Rp 1.652.288.847
H1	Rp 1.650.000	Rp 13.200.000	Rp 72.600.000	Rp 74.250.000	Rp 1.188.000.000	Rp 522.053.400	Rp -	Rp 1.710.053.400	Rp 264.000.000	Rp 1.644.053.400
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 235.280.100	Rp -	Rp 1.720.280.100	Rp 264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 190.080	Rp 194.400	Rp 1.166.400	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 47.351.833	Rp 241.920	Rp 47.109.913
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp 161.332.160	Rp 164.998.800	Rp 1.154.991.600	Rp 157.903.350	Rp -	Rp 1.312.894.950	Rp 263.998.080	Rp 1.180.895.910

- Jalur Kritis 33

kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 63.360	Rp 64.800	Rp 388.800	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.840.553	Rp 80.640	Rp 429.759.913
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp 181.501.760	Rp 185.626.800	Rp 1.113.760.800	Rp 70.940.100	Rp -	Rp 1.184.700.900	Rp 264.002.560	Rp 460.349.170
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp 506.000.000	Rp 517.500.000	Rp 1.552.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp 1.869.118.000	Rp 368.000.000	Rp 1.501.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 2.970.000.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp 3.433.986.600	Rp 528.000.000	Rp -
I	Rp 2.200.000	Rp 17.600.000	Rp 96.800.000	Rp 99.000.000	Rp 2.376.000.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp 2.839.986.600	Rp 528.000.000	Rp 385.331.100
O	Rp 1.100.000	Rp 8.800.000	Rp 48.400.000	Rp 49.500.000	Rp 1.188.000.000	Rp 998.013.300	Rp -	Rp 2.186.013.300	Rp 264.000.000	Rp 320.335.550
W	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 174.017.800	Rp -	Rp 1.659.017.800	Rp 264.000.000	Rp -
C1	Rp 540.960	Rp 4.327.680	Rp 23.802.240	Rp 24.343.200	Rp 1.168.473.600	Rp 174.017.800	Rp -	Rp 1.342.491.400	Rp 263.988.480	Rp 82.961.763
H1	Rp 1.650.000	Rp 13.200.000	Rp 72.600.000	Rp 74.250.000	Rp 1.188.000.000	Rp 174.017.800	Rp -	Rp 1.362.017.800	Rp 264.000.000	Rp 274.504.450
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 235.280.100	Rp -	Rp 1.720.280.100	Rp 264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 190.080	Rp 194.400	Rp 1.166.400	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 47.351.833	Rp 241.920	Rp 47.109.913
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp 161.332.160	Rp 164.998.800	Rp 1.154.991.600	Rp 157.903.350	Rp -	Rp 1.312.894.950	Rp 263.998.080	Rp 524.448.435

- Jalur Kritis 36

kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 63.360	Rp 64.800	Rp 388.800	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.840.553	Rp 80.640	Rp 429.759.913
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp 181.501.760	Rp 185.626.800	Rp 1.113.760.800	Rp 70.940.100	Rp -	Rp 1.184.700.900	Rp 264.002.560	Rp 460.349.170
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp 506.000.000	Rp 517.500.000	Rp 1.552.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp 1.869.118.000	Rp 368.000.000	Rp 1.501.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 2.970.000.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp 3.433.986.600	Rp 528.000.000	Rp -
I	Rp 2.200.000	Rp 17.600.000	Rp 96.800.000	Rp 99.000.000	Rp 2.376.000.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp 2.839.986.600	Rp 528.000.000	Rp 385.331.100
O	Rp 1.100.000	Rp 8.800.000	Rp 48.400.000	Rp 49.500.000	Rp 1.188.000.000	Rp 998.013.300	Rp -	Rp 2.186.013.300	Rp 264.000.000	Rp 320.335.550
W	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 522.053.400	Rp -	Rp 2.007.053.400	Rp 264.000.000	Rp -
D1	Rp 550.000	Rp 4.400.000	Rp 24.200.000	Rp 24.750.000	Rp 1.188.000.000	Rp 78.426.700	Rp -	Rp 1.266.426.700	Rp 264.000.000	Rp 83.535.558
I1	Rp 1.571.440	Rp 12.571.520	Rp 69.143.360	Rp 70.714.800	Rp 1.202.151.600	Rp 78.426.700	Rp -	Rp 1.280.578.300	Rp 264.001.920	Rp 254.144.095
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.452.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 1.485.000.000	Rp 78.426.700	Rp -	Rp 1.563.426.700	Rp 264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 190.080	Rp 194.400	Rp 1.166.400	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 47.351.833	Rp 241.920	Rp 47.109.913
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp 161.332.160	Rp 164.998.800	Rp 1.154.991.600	Rp 157.903.350	Rp -	Rp 1.312.894.950	Rp 263.998.080	Rp 524.448.435

Perhitungan *Cost slope* 4 Jam Lembur

- Jalur Kritis 15

Kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 86.400	Rp 87.840	Rp 439.200	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.890.953	Rp 80.640	Rp 429.850.633
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp 247.502.400	Rp 251.627.440	Rp 1.509.764.640	Rp 70.940.100	Rp -	Rp1.580.704.740	Rp264.002.560	Rp 1.448.703.460
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp 690.000.000	Rp 701.500.000	Rp 2.104.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp2.421.118.000	Rp368.000.000	Rp 2.053.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 4.026.000.000	Rp 927.973.200	Rp -	Rp4.953.973.200	Rp528.000.000	Rp -
H	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 996.516.675	Rp -	Rp3.009.516.675	Rp264.000.000	Rp -
M	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 996.516.675	Rp -	Rp3.009.516.675	Rp264.000.000	Rp -
T	Rp 282.080	Rp 2.256.640	Rp 16.924.800	Rp 17.206.880	Rp 1.548.619.200	Rp 996.516.675	Rp -	Rp2.545.135.875	Rp264.026.880	Rp 2.535.357.102
Z	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 996.516.675	Rp -	Rp3.009.516.675	Rp264.000.000	Rp -
F1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 190.086.600	Rp -	Rp2.203.086.600	Rp264.000.000	Rp -
K1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 328.680.000	Rp -	Rp2.341.680.000	Rp264.000.000	Rp -
H1	Rp 1.650.000	Rp 13.200.000	Rp 99.000.000	Rp 100.650.000	Rp 1.509.750.000	Rp 522.053.400	Rp -	Rp2.031.803.400	Rp264.000.000	Rp 1.979.003.400
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 235.280.100	Rp -	Rp2.248.280.100	Rp264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 259.200	Rp 263.520	Rp 1.317.600	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 47.503.033	Rp 241.920	Rp 47.382.073
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp 219.998.400	Rp 223.665.040	Rp 1.565.655.280	Rp 157.903.350	Rp -	Rp1.723.558.630	Rp263.998.080	Rp 1.591.559.590

- Jalur Kritis 18

Kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 86.400	Rp 87.840	Rp 439.200	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.890.953	Rp 80.640	Rp 429.850.633
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp 247.502.400	Rp 251.627.440	Rp 1.509.764.640	Rp 70.940.100	Rp -	Rp1.580.704.740	Rp264.002.560	Rp 1.448.703.460
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp 690.000.000	Rp 701.500.000	Rp 2.104.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp2.421.118.000	Rp368.000.000	Rp 2.053.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 4.026.000.000	Rp 927.973.200	Rp -	Rp4.953.973.200	Rp528.000.000	Rp -
H	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 1.993.033.350	Rp -	Rp4.006.033.350	Rp264.000.000	Rp -
M	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 1.993.033.350	Rp -	Rp4.006.033.350	Rp264.000.000	Rp -
U	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 63.362.200	Rp -	Rp2.076.362.200	Rp264.000.000	Rp -
A1	Rp 282.080	Rp 2.256.640	Rp 16.924.800	Rp 17.206.880	Rp 1.548.619.200	Rp 63.362.200	Rp -	Rp1.611.981.400	Rp264.026.880	Rp 1.602.202.627
F1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 63.362.200	Rp -	Rp2.076.362.200	Rp264.000.000	Rp -
K1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 328.680.000	Rp -	Rp2.341.680.000	Rp264.000.000	Rp -
H1	Rp 1.650.000	Rp 13.200.000	Rp 99.000.000	Rp 100.650.000	Rp 1.509.750.000	Rp 522.053.400	Rp -	Rp2.031.803.400	Rp264.000.000	Rp 1.979.003.400
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 235.280.100	Rp -	Rp2.248.280.100	Rp264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 259.200	Rp 263.520	Rp 1.317.600	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 47.503.033	Rp 241.920	Rp 47.382.073
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp 219.998.400	Rp 223.665.040	Rp 1.565.655.280	Rp 157.903.350	Rp -	Rp1.723.558.630	Rp263.998.080	Rp 1.591.559.590

- Jalur Kritis 21

Kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 86.400	Rp 87.840	Rp 439.200	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.890.953	Rp 80.640	Rp 429.850.633
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp 247.502.400	Rp 251.627.440	Rp 1.509.764.640	Rp 70.940.100	Rp -	Rp1.580.704.740	Rp264.002.560	Rp 1.448.703.460
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp 690.000.000	Rp 701.500.000	Rp 2.104.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp2.421.118.000	Rp368.000.000	Rp 2.053.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 4.026.000.000	Rp 927.973.200	Rp -	Rp4.953.973.200	Rp528.000.000	Rp -
H	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 1.993.033.350	Rp -	Rp4.006.033.350	Rp264.000.000	Rp -
M	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 1.993.033.350	Rp -	Rp4.006.033.350	Rp264.000.000	Rp -
U	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 190.086.600	Rp -	Rp2.203.086.600	Rp264.000.000	Rp -
B1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 109.560.000	Rp -	Rp2.122.560.000	Rp264.000.000	Rp -
G1	Rp 282.080	Rp 2.256.640	Rp 16.924.800	Rp 17.206.880	Rp 1.548.619.200	Rp 109.560.000	Rp -	Rp1.658.179.200	Rp264.026.880	Rp 1.648.400.427
K1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 109.560.000	Rp -	Rp2.122.560.000	Rp264.000.000	Rp -
H1	Rp 1.650.000	Rp 13.200.000	Rp 99.000.000	Rp 100.650.000	Rp 1.509.750.000	Rp 522.053.400	Rp -	Rp2.031.803.400	Rp264.000.000	Rp 1.979.003.400
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 235.280.100	Rp -	Rp2.248.280.100	Rp264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 259.200	Rp 263.520	Rp 1.317.600	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 47.503.033	Rp 241.920	Rp 47.382.073
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp 219.998.400	Rp 223.665.040	Rp 1.565.655.280	Rp 157.903.350	Rp -	Rp1.723.558.630	Rp263.998.080	Rp 1.591.559.590

- Jalur Kritis 30

Kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 86.400	Rp 87.840	Rp 439.200	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.890.953	Rp 80.640	Rp 429.850.633
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp 247.502.400	Rp 251.627.440	Rp 1.509.764.640	Rp 70.940.100	Rp -	Rp1.580.704.740	Rp264.002.560	Rp 1.448.703.460
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp 690.000.000	Rp 701.500.000	Rp 2.104.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp2.421.118.000	Rp368.000.000	Rp 2.053.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 4.026.000.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp4.489.986.600	Rp528.000.000	Rp -
I	Rp 2.200.000	Rp 17.600.000	Rp 132.000.000	Rp 134.200.000	Rp 3.086.600.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp3.550.586.600	Rp528.000.000	Rp 3.475.158.029
O	Rp 1.100.000	Rp 8.800.000	Rp 66.000.000	Rp 67.100.000	Rp 1.543.300.000	Rp 499.006.650	Rp -	Rp2.042.306.650	Rp264.000.000	Rp 2.004.592.364
V	Rp 532.240	Rp 4.257.920	Rp 31.934.400	Rp 32.466.640	Rp 1.558.398.720	Rp 499.006.650	Rp -	Rp2.057.405.370	Rp263.991.040	Rp 2.038.548.867
H1	Rp 1.650.000	Rp 13.200.000	Rp 99.000.000	Rp 100.650.000	Rp 1.509.750.000	Rp 522.053.400	Rp -	Rp2.031.803.400	Rp264.000.000	Rp 1.979.003.400
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 235.280.100	Rp -	Rp2.248.280.100	Rp264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 259.200	Rp 263.520	Rp 1.317.600	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 47.503.033	Rp 241.920	Rp 47.382.073
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp 219.998.400	Rp 223.665.040	Rp 1.565.655.280	Rp 157.903.350	Rp -	Rp1.723.558.630	Rp263.998.080	Rp 1.591.559.590

- Jalur Kritis 33

Kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 86.400	Rp 87.840	Rp 439.200	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.890.953	Rp 80.640	Rp 429.850.633
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp 247.502.400	Rp 251.627.440	Rp 1.509.764.640	Rp 70.940.100	Rp -	Rp1.580.704.740	Rp264.002.560	Rp 1.448.703.460
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp 690.000.000	Rp 701.500.000	Rp 2.104.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp2.421.118.000	Rp368.000.000	Rp 2.053.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 4.026.000.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp4.489.986.600	Rp528.000.000	Rp -
I	Rp 2.200.000	Rp 17.600.000	Rp 132.000.000	Rp 134.200.000	Rp 3.086.600.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp3.550.586.600	Rp528.000.000	Rp 3.475.158.029
O	Rp 1.100.000	Rp 8.800.000	Rp 66.000.000	Rp 67.100.000	Rp 1.543.300.000	Rp 998.013.300	Rp -	Rp2.541.313.300	Rp264.000.000	Rp 2.503.599.014
W	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 174.017.800	Rp -	Rp2.187.017.800	Rp264.000.000	Rp -
C1	Rp 540.960	Rp 4.327.680	Rp 32.457.600	Rp 32.998.560	Rp 1.550.932.320	Rp 174.017.800	Rp -	Rp1.724.950.120	Rp263.988.480	Rp 1.706.093.800
H1	Rp 1.650.000	Rp 13.200.000	Rp 99.000.000	Rp 100.650.000	Rp 1.509.750.000	Rp 174.017.800	Rp -	Rp1.683.767.800	Rp264.000.000	Rp 1.630.967.800
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 235.280.100	Rp -	Rp2.248.280.100	Rp264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 259.200	Rp 263.520	Rp 1.317.600	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 47.503.033	Rp 241.920	Rp 47.382.073
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp 219.998.400	Rp 223.665.040	Rp 1.565.655.280	Rp 157.903.350	Rp -	Rp1.723.558.630	Rp263.998.080	Rp 1.591.559.590

- Jalur Kritis 36

Kegiatan	upah normal/jam	upah normal/hari	upah lembur	cost upah/hari	cost upah	cost bahan	alat	crash cost	normal cost	cost slope
A	Rp 1.440	Rp 11.520	Rp 86.400	Rp 87.840	Rp 439.200	Rp 429.451.753	Rp -	Rp 429.890.953	Rp 80.640	Rp 429.850.633
B	Rp 4.125.040	Rp 33.000.320	Rp 247.502.400	Rp 251.627.440	Rp 1.509.764.640	Rp 70.940.100	Rp -	Rp1.580.704.740	Rp264.002.560	Rp 1.448.703.460
C	Rp 11.500.000	Rp 92.000.000	Rp 690.000.000	Rp 701.500.000	Rp 2.104.500.000	Rp 316.618.000	Rp -	Rp2.421.118.000	Rp368.000.000	Rp 2.053.118.000
E	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 4.026.000.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp4.489.986.600	Rp528.000.000	Rp -
I	Rp 2.200.000	Rp 17.600.000	Rp 132.000.000	Rp 134.200.000	Rp 3.086.600.000	Rp 463.986.600	Rp -	Rp3.550.586.600	Rp528.000.000	Rp 3.475.158.029
O	Rp 1.100.000	Rp 8.800.000	Rp 66.000.000	Rp 67.100.000	Rp 1.543.300.000	Rp 998.013.300	Rp -	Rp2.541.313.300	Rp264.000.000	Rp 2.503.599.014
W	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 522.053.400	Rp -	Rp2.535.053.400	Rp264.000.000	Rp -
D1	Rp 550.000	Rp 4.400.000	Rp 33.000.000	Rp 33.550.000	Rp 1.543.300.000	Rp 78.426.700	Rp -	Rp1.621.726.700	Rp264.000.000	Rp 1.602.869.557
I1	Rp 1.571.440	Rp 12.571.520	Rp 94.286.400	Rp 95.857.840	Rp 1.533.725.440	Rp 78.426.700	Rp -	Rp1.612.152.140	Rp264.001.920	Rp 1.559.351.756
Y1	Rp 33.000.000	Rp 264.000.000	Rp 1.980.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 2.013.000.000	Rp 78.426.700	Rp -	Rp2.091.426.700	Rp264.000.000	Rp -
B2	Rp 4.320	Rp 34.560	Rp 259.200	Rp 263.520	Rp 1.317.600	Rp 46.185.433	Rp -	Rp 47.503.033	Rp 241.920	Rp 47.382.073
D2	Rp 3.666.640	Rp 29.333.120	Rp 219.998.400	Rp 223.665.040	Rp 1.565.655.280	Rp 157.903.350	Rp -	Rp1.723.558.630	Rp263.998.080	Rp 1.591.559.590

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa penambahan jam kerja yang di lakukan proyek transmisi gas Gresik – Semarang didapatkan simpulan sebagai berikut:

1. Jalur Kritis

Dalam Analisa Percepatan Proyek Transmisi gas Gresik-Semarang ini didapatkan beberapa jalur kritis, yaitu:

- Jalur 15

Jalur 15 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-T-Z-F1-K1-H1-Y1-B2-D2

- Jalur 18

Jalur 18 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-A1-F1-K1-H1-Y1-B2-D2

- Jalur 21

Jalur 21 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-B1-G1-K1-H1-Y1-B2-D2

- Jalur 30

Jalur 30 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-V-H1-Y1-B2-D2

- Jalur 33

Jalur 33 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-C1-H1-Y1-B2-D2

- Jalur 36

Jalur 36 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-D1-I1-Y1- B2-D2

2. Durasi Proyek setelah dilakukan percepatan

Pada Analisa percepatan dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* ini didapatkan bahwa untuk semua jalur kritis mengalami perubahan durasi dari durasi normal 180 hari menjadi 150 hari pada penambahan dua jam lembur, 143 hari pada penambahan tiga jam lembur dan 138 hari untuk penambahan pada jam lembur.

3. Biaya Optimum

Biaya dan waktu optimum pada jalur kritis 15, 18 dan 21 didapatkan penambahan empat jam kerja, dengan pengurangan biaya sebesar Rp

1.285.634 dari biaya normal yang jumlahnya sebesar sebesar Rp 7.384.250.354 menjadi Rp 7.382.964.721 dengan pengurangan waktu selama 7 hari dari durasi normal 180 hari menjadi 173 hari.

Sedangan untuk Biaya Optimum pada Jalur Kritis 30, 33 dan 36 didapatkan pada penambahan tiga jam kerja yaitu sebesar Rp 3.876.264.721 dengan durasi selama 179 hari dan untuk waktu optimumnya didapat pada penambahan empat jam kerja yaitu selama 176 hari dengan biaya total sebesar Rp 3.876.598.383.

5.1 Saran

Saran penulis untuk penelitian selanjutnya ialah:

1. Perlu dilakukan penjadwalan proyek dan analisa percepatan dengan menggunakan metode lain.
2. Perlu dilakukan pengkajian tahap yang lain dalam proyek Transmisi Gas Gresik – Semarang ini.
3. Perlu dilakukan analisa percepatan dengan variabel percepatan yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- American Petroleum Institution (API); API 5L. 2000. *Specification for Line Pipe*. Amerika
- Andrianto, Tommy. 2010. *Pertukaran Waktu dan Biaya pada Proyek Pembangunan Gedung Seni dan Budaya Kota Surabaya*. Tesis Program Pascasarjana Teknik Sipil ITS, Surabaya.
- Ervianto, Wulfram I. 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi, Edisi Pertama*. Yogyakarta. Salemba Empat.
- Ervianto, Wulfram, I. 2004. *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta
- Frederika, Ariany. 2010. *Analisa Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi*. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar.
- Herdianti, Winda A. 2016. *Perencanaan Proyek Pipa Transmisi Gas Gresik-Semarang Menggunakan Critical Path Method dan What If Analysis*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan FTK ITS, Surabaya.
- Husen,Abrar.2009. *Manajemen Proyek*.Yogyakarta. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Indartono, Arie. 2011. *Optimasi Proyek Pembangunan kapal Fiber ukuran 8m dengan Metoda Pengendalian Biaya dan Jadwal Terpadu di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*. Program Pascasarjana Magister Manajemen Teknologi Jurusan Manajemen Industri ITS, Surabaya.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/MEN/VI/2004. *Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur*.
- Lumbanbatu, Jevri K dan Syahrizal, 2013. *Analisa Percepatan Waktu Proyek dengan Tambahan Biaya yang Optimum*. Departemen Teknik Sipil Universitas Utara, Medan.

- Munawaroh, 2003. *Principle Of Management Construction*. Jendela Ilmu. Semarang.
- Soegiono. 2006. *Pipa Laut*. Surabaya. Airlangga University Press
- Soeharto, Iman. 1995. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta. Erlangga.
- Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*. Jakarta. Erlangga.
- Soeharto, Iman. 1999. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) Edisi Kedua Jilid 1*. Jakarta. Erlangga.
- Subagyo, Pangestu, Marwan Asri, dan T. Hani Handoko. 2000. *Dasar-dasar Operations Research, Edisi kedua*. Yogyakarta. BPFE.
- Tofania, Aldila Rifqi. 2014. *Analisa Waktu dan Biaya Pada Proyek Dolphin Structure Studi Kasus: Fabrikasi PT. Lintech Seaside Facility*. Tugas Akhir. FTK-ITS, Surabaya
- Wati, Mila P W. 2015. *Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Timr Cost Tride Off dengan Penambahan Jam Kerja Lembur Optimum*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Sebelas maret, Surakarta
- Widyatmoko, Yurry. 2008. *Analisa Percepatan Waktu Menggunakan Metode Crashing pada Kegiatan Pemancangan Proyek Dermaga 115 Tanjung Priok dengan Aplikasi PERT*. Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UI, Depok.
- Yudhatama, Hendi. 2015. *Analisa Pemampatan Waktu terhadap Biaya pada Pembangunan Jembatan Kali Surabaya STA 601+318.55 s/d STA 601+181.45 di Mojokerto*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil ITS, Surabaya.

BIODATA PENULIS



Nur Laily Lathifatul Azizah lahir di Lamongan pada tanggal 29 Mei 1994. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Sebelum menempuh pendidikan sarjana, penulis menyelesaikan pendidikan wajib 12 tahun di Kabupaten Lamongan. Penulis menembuh pendidikan formal tingkat dasar di MI Manbaud Dalalah Maduran, dilanjutkan tingkat menengah pertama di SMP Wachid Hasjim Maduran dan tingkat menengah atas di SMAN 1 Sekaran. Setelah lulus SMA pada tahun 2012 penulis melanjutkan studi S-1 di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Selama menempuh masa studi selain aktif di bidang akademis, penulis juga aktif di berbagai kegiatan kepanitiaan di kampus ITS. Kritik dan saran untuk kelancaran penelitian ini dapat disampaikan melalui email penulis yaitu lerylaily29@gmail.com.